

Universidad Politécnica Salesiana

Blas Garzón-Vera
(Coordinador)

Uso de tecnologías para la gestión y preservación de bienes patrimoniales



Uso de tecnologías para la gestión y preservação de bienes patrimoniales

Blas Garzón-Vera (coord.)

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

GARZÓN-VERA, B., ed. *Uso de tecnologías para la gestión y preservación de bienes patrimoniales* [online]. Quito: Editorial Abya-Yala, 2024. p. 220. ISBN: 978-9978-10-965-6. Available from: <https://books.scielo.org/id/nhdmd>.
<https://doi.org/10.17163/abyaup.78>.



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença [Creative Commons Atribuição 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

USO DE TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN Y PRESERVACIÓN DE BIENES PATRIMONIALES

Blas Garzón-Vera
(Coordinador)

USO DE TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN Y PRESERVACIÓN DE BIENES PATRIMONIALES



**ABYA
YALA**

2024

USO DE TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN Y PRESERVACIÓN DE BIENES PATRIMONIALES

© Blas Garzón-Vera (Coordinador)

Autores: Blas Garzón-Vera, María Gabriela Torres Balarezo, Jorge Adrián Méndez Condo, Estefanía C. Avilés-Sacoto, Jhonny P. Rodríguez-Ponce, Rafael Augusto Campoverde Durán, Juan Carlos Cobos-Torres, María del Cisne Aguirre Ullauri, Darío Humberto Cobos Torres, Michelle López Suscal, Mónica Moreno Falcón, Rocío Ortiz Calderón, Pilar Ortiz Calderón, Juan Pablo Vargas Díaz y Andrea Soledad Miniguano Trujillo.

1ra edición: © Universidad Politécnica Salesiana
Av. Turuhayco 3-69 y Calle Vieja
Cuenca-Ecuador
P.B.X. (+593 7) 2050000
e-mail: publicaciones@ups.edu.ec
www.ups.edu.ec

CARRERA DE GESTIÓN PARA EL DESARROLLO
LOCAL SOSTENIBLE

Simposio Especializado: “Uso de Tecnologías para la Gestión
y Preservación de Bienes Patrimoniales”

Grupo de Investigación en Desarrollo Local-GIDLO /
Universidad Politécnica Salesiana

ISBN impreso: 978-9978-10-964-9
ISBN digital: 978-9978-10-965-6
DOI: <https://doi.org/10.17163/abyaups.78>

Foto de portada: Freepik

Edición, diseño,
diagramación
e impresión Ediciones Abya-Yala
Quito-Ecuador

Tiraje: 300 ejemplares

Impreso en Quito-Ecuador, septiembre de 2024

Publicación arbitrada de la Universidad Politécnica Salesiana

El contenido de este libro es de exclusiva responsabilidad de los autores y las autoras



Presentación	
<i>Laura Falceri</i>	7
Introducción	
<i>Blas Garzón-Vera</i>	11
Marco normativo y uso de tecnologías para la preservación de bienes patrimoniales	
<i>Blas Garzón-Vera, Gabriela Torres Balarezo y Jorge Adrián Méndez</i>	13
Análisis multitemporal del cambio de uso y ocupación del suelo en el tramo del Qhapac Ñan Achupallas-Ingapirca	
<i>Estefanía C. Avilés-Sacoto y Jhonny P. Rodríguez-Ponce</i>	41
Reconstrucción de un tramo del Qhapac Ñan para su puesta en valor mediante un sistema de realidad virtual	
<i>Rafael Augusto Campoverde Durán</i>	69
Sistema de monitoreo de Bienes Patrimoniales IoT. Un caso piloto en el centro histórico de Cuenca, Ecuador	
<i>Juan-Carlos Cobos-Torres, María del Cisne Aguirre Ullauri y Darío Humberto Cobos Torres</i>	85
Modelos ART-RISK 1 y ART-RISK 3: propuesta de implementación en el caso de Cuenca, Ecuador	
<i>María del Cisne Aguirre Ullauri, Michelle López Suscal, Mónica Moreno Falcón, Rocío Ortiz Calderón y Pilar Ortiz Calderón</i>	119
La iglesia de San Blas entre tecnología, historia y arqueología: prospección geofísica en Cuenca, Ecuador	
<i>Juan Pablo Vargas Díaz</i>	147

**Fuentes documentales y la labor del historiador para el estudio
y conservación del Qhapaq Ñan**

Andrea Soledad Miniguano Trujillo 177

Autores 215

Presentación

Laura Falceri

El uso de tecnologías para la gestión y preservación de bienes patrimoniales se ha convertido en un campo de estudio y práctica fundamental en el contexto del siglo XXI. La creciente preocupación por salvaguardar nuestro patrimonio cultural y natural, frente a los desafíos impuestos por el cambio climático, la urbanización acelerada y otros factores de riesgo, ha impulsado la búsqueda de soluciones innovadoras que aprovechen los avances tecnológicos. En este sentido, la intersección entre tecnología y patrimonio ofrece posibilidades prometedoras para la documentación, conservación y difusión de bienes patrimoniales, abarcando desde monumentos y sitios históricos hasta paisajes culturales y biodiversidad.

La tecnología moderna ofrece soluciones sin precedentes para documentar, analizar, conservar y compartir el patrimonio. Los avances en la digitalización 3D, por ejemplo, permiten la creación de réplicas digitales exactas de artefactos y sitios patrimoniales, accesibles globalmente (Ioannides *et al.*, 2017). Estas réplicas no solo sirven como registros detallados para futuras investigaciones y esfuerzos de restauración sino también como herramientas educativas y de divulgación, democratizando el acceso al patrimonio y fomentando un sentido de pertenencia y responsabilidad colectiva hacia su conservación.

La realidad aumentada y la realidad virtual se han destacado como herramientas poderosas para la interpretación y valorización del patrimonio cultural y pueden transformar la experiencia del usuario y facilitar una comprensión más profunda del patrimonio arquitectónico (Lopez *et al.*, 2020). Asimismo, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático

están revolucionando la capacidad para analizar grandes cantidades de datos patrimoniales e identificar patrones y predecir riesgos (Smith, 2019).

El uso de tecnologías geoespaciales, como los Sistemas de Información Geográfica (GIS) y los drones para la cartografía y el monitoreo de sitios patrimoniales, también ha demostrado ser fundamental. Scollar *et al.* (1990) en “Archaeological Prospecting and Remote Sensing” abordan las aplicaciones de estas tecnologías en la arqueología y la gestión del patrimonio, evidenciando su capacidad para revelar información oculta y monitorear cambios a lo largo del tiempo.

Además, la digitalización y los modelos 3D ofrecen métodos innovadores para documentar detalladamente las características físicas de objetos y estructuras patrimoniales, permitiendo un análisis exhaustivo y la posibilidad de crear réplicas exactas para fines de estudio o reconstrucción.

En conjunto, estos estudios y aplicaciones tecnológicas representan un cambio paradigmático en la gestión y preservación de bienes patrimoniales, permitiendo no solo protegerlos de manera más efectiva, sino también acercarlos a públicos globales de manera innovadora y sostenible. La integración de tecnologías avanzadas en la conservación del patrimonio es un campo en constante evolución, que requiere de una colaboración interdisciplinaria y del compromiso de las comunidades, los profesionales del patrimonio y los tecnólogos para enfrentar los retos presentes y futuros en la preservación de nuestra herencia cultural y natural.

Al hacer accesible el patrimonio a través de medios digitales, se fomenta un mayor compromiso y apoyo a su conservación, asegurando su permanencia para futuras generaciones. En resumen, la convergencia de tecnología y patrimonio está redefiniendo la manera en que entendemos, valoramos y protegemos nuestro legado compartido, abriendo nuevos caminos hacia su preservación sostenible y su apreciación universal.

Este libro, surgido del Simposio “Uso de Tecnologías para la Gestión y Preservación de Bienes Patrimoniales”, que se llevó a cabo en el mar-

co del XI Congreso Ecuatoriano de Historia 2023 (22 de septiembre de 2023) representa un esfuerzo colectivo por parte de expertos de diversas disciplinas para abordar esta temática crucial desde múltiples ángulos.

Este compendio de conocimientos se organiza en ocho capítulos, cada uno de los cuales aporta una perspectiva única y enriquecedora sobre el tema. Desde el marco normativo que rige la preservación de bienes patrimoniales hasta la aplicación práctica de tecnologías avanzadas en este campo, los autores comparten sus investigaciones, hallazgos y propuestas para enfrentar los desafíos contemporáneos en la preservación del patrimonio.

El primer capítulo, a cargo de Blas Garzón Vera, María Gabriela Torres Balarezo y Jorge Adrián Méndez, establecen el marco normativo y el papel de las tecnologías en la preservación del patrimonio, proporcionando una base sólida para los temas que seguirán.

La investigación de Estefanía C. Avilés-Sacoto y Jhonny P. Rodríguez-Ponce sobre el cambio de uso y ocupación del suelo en un tramo del Qhapac Ñan es un ejemplo excepcional de cómo los análisis multitemporales pueden contribuir a nuestra comprensión y gestión del patrimonio.

La reconstrucción virtual de un tramo del Qhapaq Ñan, por Rafael Augusto Campoverde Durán, destaca la capacidad de la realidad virtual para valorizar y preservar nuestros bienes culturales, mientras que Javier Cabrera-Mejía, Gabriela Araujo-Ochoa y Carlos Guerrero-Granda analizan los proyectos patrimoniales afectados por factores ambientales, subrayando la importancia de integrar la tecnología en la lucha contra estas amenazas.

Juan-Carlos Cobos-Torres y su equipo nos presentan las posibilidades que ofrece el IoT (Internet de las Cosas) en la evaluación y monitoreo de bienes inmuebles patrimoniales, ofreciendo un enfoque innovador para la conservación y a su vez, María del Cisne Aguirre Ullauri y su equipo proponen la implementación de los modelos ART-RISK para la gestión

de riesgos en bienes patrimoniales en Cuenca, Ecuador, mostrando el potencial de las herramientas tecnológicas en la mitigación de riesgos.

El capítulo dedicado a la iglesia de San Blas, a cargo de Juan Pablo Vargas Díaz, combina tecnología, historia y arqueología para revelar los secretos ocultos de este sitio a través de la prospección geofísica, demostrando el impacto transformador de las tecnologías en la arqueología y la historia.

Finalmente, Andrea Soledad Miniguano Trujillo reflexiona sobre la importancia de las fuentes documentales y el papel del historiador en el estudio y conservación del Qhapaq Ñan, enfatizando el valor de la tecnología en el apoyo a la investigación histórica.

Este libro es una invitación a explorar las intersecciones entre tecnología, gestión y preservación del patrimonio. Cada capítulo no solo aporta conocimiento especializado, sino que también inspira a la acción y al diálogo entre disciplinas, con el fin último de salvaguardar nuestro patrimonio para las generaciones futuras.

A través de este simposio especializado, abrimos un camino hacia la innovación en la conservación del patrimonio, demostrando que la tecnología, cuando se aplica con visión y responsabilidad, puede ser una poderosa aliada en la preservación de nuestra historia y cultura.

Referencias bibliográficas

- Ioannides, M., Magnenat-Thalmann, N. y Papagiannakis, G. (eds.) (2017). *Mixed Reality and Gamification for Cultural Heritage*. Springer.
- López, M. J., Marco, B. y Martínez, J. J. (2020). Virtual Reality and Augmented Reality in Architectural Design and Education: An Immersive Technology Review. *Frontiers in Architectural Research*.
- Scollar, I., Tabbagh, A., Hesse, A. y Herzog, I. (1990). *Archaeological Prospecting and Remote Sensing*. Cambridge University Press.
- Smith, A. (2019). *Artificial Intelligence in Cultural Heritage*.

Introducción

Blas Garzón-Vera

El primer paso para la gestión de un bien patrimonial es su identificación a través de procesos de investigación, registro, catalogación y construcción de inventarios; su puesta en valor, difusión y sensibilización depende del conocimiento de dicho bien. Luego de haber identificado y catalogado aquellas expresiones tangibles e intangibles del patrimonio, será posible diseñar modelos de gestión para su salvaguarda. En todos estos procesos, el uso de tecnologías se convierte en un factor fundamental.

En Ecuador se emplea escasamente las tecnologías para investigar, poner en valor, conservar y salvaguardar bienes patrimoniales. En este contexto, propusimos a la Universidad Andina Simón Bolívar, organizadora del XI Congreso Ecuatoriano de Historia 2023, la realización de un Simposio Especializado titulado “Uso de tecnologías para la gestión y preservación de bienes patrimoniales” para exponer los resultados preliminares del proyecto de investigación “Evaluación del estado de conservación del Qhapaq Ñan, tramo Achupallas-Cañar, y su área de influencia directa utilizando sensores remotos” ejecutado desde el Grupo de Investigación en Desarrollo Local-GIDLO de la Universidad Politécnica Salesiana, y otros proyectos de investigación, desarrollados por colegas de otras universidades de la ciudad de Cuenca y profesionales vinculados a otras instituciones públicas y privadas.

Como se ha descrito acertadamente en el apartado anterior, se presentaron en este Simposio, de manera presencial los siguientes trabajos: “Marco normativo y uso de tecnologías para la preservación de bienes patrimoniales” de Blas Garzón-Vera, María Gabriela Torres Balarezo y Jorge Adrián Méndez; “Análisis multitemporal del cambio de uso y ocupación

del suelo en el tramo del Qhapac Ñan Achupallas-Ingapirca” de Estefanía C. Avilés-Sacotoy Jhonny P. Rodríguez-Ponce; “Análisis de proyectos patrimoniales afectados por factores ambientales” de Javier Cabrera-Mejía, Gabriela Araujo-Ochoa y Carlos Guerrero-Granda; y, “Evaluación y Monitoreo de Bienes Inmuebles Patrimoniales IoT” de Juan-Carlos Cobos-Torres, María del Cisne Aguirre Ullauri y Darío Humberto Cobos Torres.

Aprovechando la modalidad híbrida del Congreso, se presentaron en línea los siguientes trabajos: “Reconstrucción virtual de un tramo del Qhapac Ñan para su puesta en valor mediante un sistema de realidad virtual” de Rafael Augusto Campoverde Durán, y “Modelos ART-RISK 1 Y ART-RISK 3: propuesta de implementación en el caso de Cuenca-Ecuador” de María del Cisne Aguirre Ullauri, Michelle López Suscal, Mónica Moreno Falcón, Rocío Ortiz Calderón y Pilar Ortiz Calderón.

Trabajos que no estuvieron presentes en el Simposio Especializado del año 2023, pero que han sido considerados en esta publicación, debido a que abarcan la temática en estudio, fue incorporada la investigación “La iglesia de San Blas entre tecnología, historia y arqueología: prospección geofísica en Cuenca-Ecuador” de Juan Pablo Vargas Díaz y “Fuentes documentales y la labor del historiador para el estudio y conservación del Qhapac Ñan” de Andrea Soledad Miniguano Trujillo.

Estimados lectores, ponemos a consideración el trabajo colectivo estructurado en siete capítulos escrito por quince investigadores pertenecientes a cinco universidades entre públicas y privadas, ecuatorianas y extranjeras, un Gobierno Autónomo Seccional y una Empresa privada. Todos unidos con un interés común, gestionar y salvaguardar bienes patrimoniales utilizando modernas tecnologías. Esperamos que esta publicación desencadene nuevas propuestas de investigación para seguir cubriendo espacios tan necesarios para la proyección de la riqueza cultural del país.

<https://doi.org/10.17163/abyaups.78.566>

Marco normativo y uso de tecnologías para la preservación de bienes patrimoniales

Blas Garzón-Vera

Universidad Politécnica Salesiana, Quito (Ecuador)

bgarzon@ups.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1539-9985>

Gabriela Torres Balarezo

Instituto Nacional de Patrimonio Cultural-INPC, Quito (Ecuador)

mgabrielatorresb22@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6862-1442>

Jorge Adrián Méndez

Universidad Nacional de Educación, Quito (Ecuador)

adrianmendezc27@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-9480-0348>

Introducción

El marco normativo ecuatoriano contempla la Constitución de la República del Ecuador, misma que fue publicada en el Registro Oficial en 2008, reconoce la diversidad cultural y la protección del patrimonio como derechos fundamentales. Además, la Ley Orgánica de Cultura del año 2016, fundamentada en los derechos culturales constitucionales, establece las bases para la preservación del patrimonio cultural y natural, y promueve la aplicación de tecnologías para este propósito.

Por otra parte, las Convenciones Internacionales para la Protección del Patrimonio Cultural, han desempeñado un papel decisivo en la preser-

vación de bienes patrimoniales a nivel global. Estos acuerdos, establecidos por la UNESCO y otros organismos internacionales, han reconocido la importancia de incorporar tecnologías avanzadas en la protección y conservación del patrimonio cultural. Teniendo en cuenta que el principio de convencionalidad, es decir la aplicación de Convenios y Tratados Internacionales se encuentra manifestado en nuestra Carta Magna como segunda norma de aplicación jerárquica luego de nuestra Constitución, así lo manda el artículo 425 de la Constitución de Montecristi.

El artículo, parte por entender que con base en la política pública de cultura, enunciada en la Ley Orgánica de Cultura (LOC) en su artículo 8, determina:

Las entidades, organismos e instituciones del Sistema Nacional de Cultura ejecutarán políticas que promuevan la creación, la actividad artística y cultural, las expresiones de la cultura popular, la formación, la investigación, el fomento y el fortalecimiento de las expresiones culturales; el reconocimiento, mantenimiento, conservación y difusión del patrimonio cultural y la memoria social y la producción y desarrollo de industrias culturales y creativas. (LOC, 2016)

En este sentido, si bien el Estado ha implementado un Sistema Integral de Información Cultural que tiene como objetivo "...recopilar, sintetizar, difundir y poner en valor la información del ámbito cultural y patrimonial, generada por las entidades públicas, privadas o comunitarias, la comunidad artística y la ciudadanía en general" (LOC, 2016), resultando en el desarrollo de sistemas de inventarios; sin embargo, existen diversas tecnologías que pueden ser aplicadas para acciones concretas de preservación del patrimonio ecuatoriano, como son la fotogrametría, la digitalización 3D, la realidad virtual y aumentada, y sistemas de información geográfica.

Este trabajo, busca analizar los beneficios y desafíos de cada una de estas tecnologías, así como su aplicación en proyectos de conservación y gestión del patrimonio ecuatoriano, entendiendo que estas tecnologías vienen demostrando ser herramientas efectivas en la documentación, conservación y divulgación del patrimonio cultural.

A lo largo de la historia, Ecuador ha sido un territorio donde se ha desarrollado una vasta diversidad de patrimonio cultural y natural, que abarca desde sitios arqueológicos y monumentos históricos hasta paisajes naturales únicos. El marco normativo, que incluye la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Cultura y el Reglamento General a la Ley de Cultura, reconocen la importancia de proteger y preservar este patrimonio cultural material e inmaterial además de promover la utilización de tecnologías avanzadas para este propósito.

Además de abordar el marco normativo y las tecnologías, es fundamental analizar los desafíos y oportunidades que enfrenta Ecuador ante la globalización. La gestión sostenible de los recursos patrimoniales y la colaboración interinstitucional, la academia y las comunidades locales son elementos claves para garantizar el éxito en la preservación del patrimonio ecuatoriano en la era digital. Consideramos que este Simposio Especializado “Uso de tecnologías para la gestión y preservación de bienes patrimoniales” en el marco del XI Congreso Ecuatoriano de Historia, proporcionará una reflexión para el intercambio de conocimientos y experiencias, promoviendo así una gestión efectiva y sostenible del patrimonio cultural y natural de Ecuador.

Conviene también explorar las repercusiones económicas, sociales y culturales del uso de tecnologías en la preservación del patrimonio; esto es, el reconocimiento y apropiación cultural, la investigación de bienes patrimoniales arqueológicos, la valoración y recuperación de sitios de interés patrimonial, la formación de comunidades más organizadas, la pérdida de lenguas indígenas y la promoción del turismo sostenible son solo algunos de los aspectos que se analizan en este contexto.

El marco normativo ecuatoriano para la protección del Patrimonio

Las instituciones públicas están llamadas a velar, custodiar y proteger el Patrimonio material e inmaterial ecuatoriano, y dentro de su

actuar legal deben estar sujetas al principio de legalidad o competencia positiva, principio que se encuentra manifestado en el artículo 226 de la Constitución de la República del Ecuador, que manda:

Las instituciones del Estado, sus organismos, dependencias, las servidoras o servidores públicos y las personas que actúen en virtud de una potestad estatal ejercerán solamente las competencias y facultades que les sean atribuidas en la Constitución y la ley. Tendrán el deber de coordinar acciones para el cumplimiento de sus fines y hacer efectivo el goce y ejercicio de los derechos reconocidos en la Constitución. (CRE, 2008)

Bajo este principio, dentro del marco de la Constitución en su artículo 3 numeral 7 sobre los deberes primordiales del Estado está la protección natural y cultural del país, con protección especial al patrimonio cultural e histórico como parte indivisible del patrimonio del Ecuador de las comunidades, pueblos, y nacionalidades indígenas, el pueblo afroecuatoriano, el pueblo montubio y las comunas forman parte del Estado ecuatoriano, protección que se encuentra establecida en el artículo 57 numeral 13 de nuestra Carta Magna. El patrimonio cultural tangible e intangible se encuentra clasificado en el artículo 379 de la norma *ibídem* y entre los que se encuentra las lenguas, la tradición oral, las edificaciones, los documentos, los archivos, las creaciones artísticas, científicas y tecnologías, entre otras, y que su protección es de obligatoria ejecución conforme lo establece el artículo 377 de la norma citada.

El estado para poder ejecutar sus actividades como en este caso de la protección del patrimonio cultural, siempre tiene que estar sujeta a las políticas públicas, que deben estar contenidas en principios jurídicos superiores, así lo diría el tratadista norteamericano Ronald Dworkin, con esta premisa se tiene como política pública y como responsabilidad del Estado el velar mediante sus políticas públicas la protección y defensa del patrimonio cultural, así lo define el artículo 380 de nuestra Norma Normarum.

La Ley Orgánica de Cultura, a más de establecer la protección de los bienes que pertenecen al patrimonio ecuatoriano a lo largo de todo su cuerpo normativo, hace especial referencia al régimen general de pro-

tección de los bienes patrimoniales, el mismo se encuentra contenido en el capítulo VII dentro del Título denominado Subsistema de la memoria social y el patrimonio cultural, que en su espíritu establece que todos los titulares de cualquier derecho real, administradores, tenedores, poseedores y en general cualquier persona natural o jurídica que tenga bajo su cargo o responsabilidad, bienes pertenecientes al patrimonio cultural nacional, tienen la obligación de protegerlos, conservarlos, restaurarlos y ponerlos en valor social.

El Reglamento General a la Ley Orgánica de Cultura, define a tres instituciones de protección de los bienes patrimoniales, siendo estos el Ministerio de Cultura y Patrimonio como el ente rector, el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural como la entidad de control técnico y de investigación y los Gobiernos Autónomos Descentralizados GAD, quienes tienen la competencia exclusiva de la gestión del patrimonio cultural y arquitectónico en sus jurisdicciones, normada en el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización, de donde entre los fines que tienen GAD es la protección del patrimonio cultural, así lo establece el artículo 4 literal e) de la norma antes descrita.

A continuación y continuando con la jerarquía normativa conforme lo establece el artículo 425 de la Constitución de la República del Ecuador es necesario analizar los acuerdos y resoluciones emitidas por los órganos competentes, es así que en materia de protección patrimonial el Ministerio de Cultura y Patrimonio emite el Acuerdo Ministerial 9, que entra en vigencia el 5 de junio de 2017, y establece los “Lineamientos Política Pública Para Salvaguardia Patrimonio Cultural” cuyo objeto conforme el artículo 5 es:

Fortalecer las capacidades locales para suscitar procesos de salvaguardia del patrimonio cultural inmaterial de largo alcance, potenciando su rol de cohesión social y promotor del desarrollo local a fin de mejorar las condiciones sociales y materiales de transmisión del patrimonio (...).

Luego tenemos el Acuerdo Ministerial No. DM-2018-126, que entra en vigencia el 30 de julio de 2018, donde se emite la “Norma Técnica Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial”, cuyo objetivo es normar los procedimientos para el registro, la gestión y la salvaguardia del patrimonio cultural inmaterial a nivel nacional, estandarizando los procesos, metodologías y articularlos a los instrumentos jurídicos existentes para el tratamiento del Patrimonio Cultural Inmaterial.¹

Para finalizar se desea hacer la diferenciación en vía administrativa y la vía judicial, la vía administrativa es todo lo que pudimos ver como las instituciones buscan fortalecer la custodia, preservación, cuidado y protección de los bienes patrimoniales y lo hacen dentro del marco de sus competencias, pero en este acápite final se analizara la vía judicial mediante el Código Integral Penal COIP, es así que dentro de este cuerpo legal en su artículo 112 numeral 5 establece como Bienes protegidos por el Derecho Internacional Humanitario a los que son parte del patrimonio histórico, cultural o ambiental. Sin embargo, a continuación, se hará un breve recorrido por las normas que punen, cuando un bien protegido se ha visto vulnerado, así tenemos dentro de nuestra legislación la destrucción de bienes del patrimonio cultural, que es cuando una persona que dañe, deteriore, destruya total o parcialmente tendrá una pena privativa de libertad de 1 a 3 años así lo establece el artículo 237 de la norma ibídem. También es castigado el transporte y comercialización ilícitos y tráfico de bienes del patrimonio cultural, entiéndase que ilícitamente transporte, adquiera, enajene, intermedie, intercambie o comercialice bienes pertenecientes al patrimonio cultural, y tendrá una sanción con pena privativa de libertad de cinco a siete años, pero si esta conducta se da con bienes arqueológicos la pena sube de siete a diez años. Así también el COIP en su artículo 239 sanciona la falsificación o adulteración de bienes del patrimonio cultural, con una pena privativa de libertad de seis meses a dos años. Y para finalizar de la misma norma en su artículo 240 se sanciona la sustracción de bienes del patrimonio cultural, ha esta sustracción se la

1 Ver: <https://bit.ly/4duYfUS>

divide en dos en sustracción sin actos de fuerza, violencia o amenaza y se sanciona con pena privativa de libertad de tres a cinco años, sin embargo, cuando la sustracción ha sido utilizada con fuerza, violencia o amenaza será sancionado con una pena privativa de la libertad de siete a diez años.

Así hemos podido hacer un breve recorrido del marco jurídico ecuatoriano en torno a la protección de los bienes patrimoniales, sin entrar en el contexto del análisis de fondo de sobre su aplicabilidad, o sobre la eficiencia de la norma jurídica, que para aquello se necesita un apartado exclusivo para ese análisis, sin embargo, como lectores logran tener un insumo para conocer los aspectos generales de la protección y de uso para buscar una norma determinada y profundizar en el tema.

El marco legal y normativo que ampara la preservación del patrimonio en Ecuador es el contexto primordial para comprender cómo las tecnologías se han convertido en herramientas esenciales en este ámbito. La Constitución de 2008, que reconoce la cultura y el patrimonio como derechos fundamentales, establece la base jurídica para la protección de nuestro legado cultural.

La Constitución de 2008 es un documento fundamental en la protección del patrimonio en Ecuador, la misma reconoce la diversidad cultural y la importancia del patrimonio como derechos fundamentales. En su artículo 57, la Constitución establece que “las culturas son un patrimonio colectivo de la humanidad y un derecho fundamental de los pueblos”, también establece el Artículo 58, que “el Estado garantizará la protección y preservación de la diversidad cultural y natural”. De esta manera, la Constitución de 2008 coloca al patrimonio en el centro de la agenda nacional y destaca la responsabilidad del Estado en su protección y promoción.

Por otro lado, la Ley Orgánica de Cultura-LOC promulgada en 2016, representa un hito importante en la legislación ecuatoriana, ya que tuvieron que pasar 38 años para establecer esta ley, misma que deroga la Ley de Patrimonio de 1978, en este sentido, era necesario una nueva ley que aborde la integralidad de gestión sobre el patrimonio y la cultura, y un marco normativo para su protección y promoción.

La LOC, en su artículo 5, determina cuáles son los derechos culturales para la administración de justicia y orden para la legislación ecuatoriana, dictando entre uno de ellos en su literal i):

Entorno digital. Como un bien público global y abierto, la red digital es un entorno para la innovación sostenible y la creatividad, y un recurso estratégico para el desarrollo de prácticas, usos, interpretaciones, relaciones y desarrollo de medios de producción, así como de herramientas educativas y formativas, vinculadas a los procesos de creación artística y producción cultural y creativa. Se reconoce el principio de neutralidad de la red como base para el acceso universal, asequible, irrestricto e igualitario a internet y a los contenidos que por ella circulan.

Adicionalmente, es importante establecer la creación de un sistema de información, que busca recopilar, sintetizar, difundir y poner en valor la información del ámbito cultural y patrimonial, generada por las entidades públicas, privadas o comunitarias, la comunidad artística y la ciudadanía en general, señalado en el artículo 9 dispone la creación del Sistema Integral de Información Cultural (SIIC):

...herramienta de visibilización y fortalecimiento del sector para quienes trabajan en la cultura y el arte, ya sean creadores, productores, gestores, técnicos o trabajadores que ejerzan diversos oficios en el sector. Es asimismo un medio para conseguir la mejora de la organización, la integración y la interrelación de los profesionales de la cultura y el arte, la facilitación de los procesos, formalización y profesionalización de las actividades y emprendimientos, planificación y construcción de las políticas públicas. (LOC, 2016)

Uno de los aspectos clave de esta Ley, evidencia en su artículo 3 dentro de sus fines la importancia de “Incentivar la descentralización y desconcentración de la institucionalidad del sector cultural y fortalecer su articulación con los sectores de educación, ciencia y tecnología, turismo, producción y otros que se relacionen con el ámbito de la cultura”. Esta disposición reconoce la importancia de generar herramientas tecnológicas que permitan una adecuada gestión desde cada territorio entendida como desconcentración, toda la información que es continuamente actualizada

en el Sistema Integral de Información Cultural para generar y fomentar la aplicación en proyectos para su puesta en valor o depuración.

Este marco legal, busca una gestión de la información que sirva para trabajar en la promoción de tecnologías que permitan la documentación, conservación y difusión efectiva del patrimonio. Este enfoque basado en principios, derechos y deberes se ajusta con la perspectiva internacional de la UNESCO sobre la importancia de salvaguardar el patrimonio.

Precisamente, las convenciones y cartas internacionales hacen hincapié en el uso de tecnologías para la preservación de bienes patrimoniales, que son fundamentales para la protección y conservación de nuestro legado cultural y natural. Se puede mencionar convenciones claves que destacan este enfoque.

Como una de las pioneras es la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural de 1972. Este acuerdo, adoptado por la UNESCO, establece la Lista del Patrimonio Mundial, que identifica sitios de importancia cultural y natural excepcional en todo el mundo. El Ecuador ha sido reconocido por su patrimonio mundial natural con los parques y reservas del Sangay, Galápagos y El Cajas; como centros históricos los de las ciudades de Quito y Cuenca; desde la arqueología el itinerario cultural del Qhapaq Ñan o camino del Inca compartido con cuatro países más en Latinoamérica y como manifestaciones inmateriales el tejido tradicional del sombrero de paja toquilla, la lengua antigua Zápara, la marimba y el pasillo ecuatoriano.

Este gran patrimonio natural y cultural en el Ecuador, genera la oportunidad de promover el uso de tecnologías avanzadas para la georreferenciación, documentación, conservación, salvaguarda y difusión de estos bienes patrimoniales, con la finalidad de garantizar el respeto y defensa de los derechos culturales de los ecuatorianos, donde las instituciones públicas, la academia, la iglesia y los custodios privados son parte de esta red de gestores.

Por otra parte, la Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial de 2003, se centra en la protección del patrimonio cultural inmaterial, como tradiciones, expresiones orales y prácticas culturales vivas, cuya importancia ha permitido que el uso de las tecnologías digitales para documentar genere proyectos para transmitir este patrimonio. La grabación de audio y video de alta calidad, junto con la creación de archivos digitales en línea, o el uso de la inteligencia artificial son ejemplos de cómo las tecnologías modernas se utilizan para preservar y compartir estas expresiones culturales con un público global.

También podemos citar al Documento de Madrid y sus Criterios de Conservación del Patrimonio Arquitectónica del siglo XX, del año 2011, que nos pone a reflexionar sobre un nuevo patrimonio, que puede ser identificado gracias al reconocimiento social, que las personas otorgan a los bienes arquitectónicos, mediante el uso de las redes sociales y los sistemas de información geográficas (SIG).

Todas estas convenciones y documentos internacionales subrayan la necesidad de incorporar la tecnología como aliada en la preservación del patrimonio; proporcionan directrices y apoyo para la adopción de tecnologías avanzadas, lo que ha resultado en avances significativos en la conservación y accesibilidad de nuestro patrimonio cultural y natural para las generaciones futuras.

La digitalización 3D, la fotogrametría, los registros audiovisuales y la aplicación de sistemas de información geográfica (SIG) son ejemplos de tecnologías que se utilizan para preservar y gestionar eficazmente estos lugares únicos.

Sistema Integral de Cultura

El Ministerio de Cultura y Patrimonio pone a disposición de los ciudadanos el Sistema Integral de Información Cultural, en este portal se permite visibilizar varias plataformas informáticas de gestión cultural

y patrimonial, como los creadores, productores, gestores, técnicos o trabajadores que ejerzan diversos oficios en el sector.

Existen principios rectores como son la transparencia y accesibilidad, difusión, responsabilidad de la información, rectificación, eficiencia, intercambio de información, seguridad, conservación, custodia de la información, interrelación por medios digitales, y publicidad de acuerdo a la normativa legal vigente.

La normativa legal vigente establece que el Ministerio de Cultura y Patrimonio a través de la emisión de normas técnicas definirá los mecanismos para acceder, recoger, almacenar datos del sector de la cultura y el patrimonio cultural; y transformarlos en información relevante. La información contenida en el sistema tendrá carácter oficial y público. Los datos serán de libre acceso, salvo en los casos que señale la ley.

Se dispone que las instituciones del Sistema Nacional de Cultura tendrán la obligación de proveer la información actualizada que se genere en los ámbitos de su competencia, de acuerdo a los requerimientos del ente rector de la cultura.

El ente rector de la cultura garantizará el uso efectivo, y la protección de datos personales, de los inscritos en el Registro Único de Artistas y Gestores Culturales, RUAC, así como de los datos del Sistema de Información de Patrimonio Cultural SIPCE, la Cuenta Satélite de Cultura y otras que se cree.

Las entidades públicas del Sistema Nacional de Cultura, y otras entidades públicas que dispongan de datos relevantes para la verificación de información consignada en las distintas herramientas del sector cultural, entregarán dicha información cuando les sea solicitada por el ente rector de la cultura, para dicho proceso de verificación.

Los datos del Sistema Integral de Información Cultural se procesarán y usarán para el diseño, la formulación, la evaluación y reformulación de las políticas públicas en los ámbitos de gestión del Sistema Nacional de Cultura. (MCyP)

De lo anteriormente descrito, resulta fundamental difundir este Sistema Integral de Cultura de manera efectiva, ya que el ejercicio en la gestión cultural y patrimonial es diverso, multidisciplinario e intergeneracional, por lo que también debe ser accesible.

Uno de los grupos de gestores que se deben poner sobre la mesa son los miembros del Registro Único de Artistas y Gestores Culturales-RUAC; actores que se dedican a desarrollar oficios o actividades económicas dentro del campo del arte y la cultura, quienes tienen la posibilidad de unirse a este registro para ser parte de la base de datos que es gestionada por su sistema específico.

Este sistema busca consolidar la información de los actores del Sistema Nacional de Cultura, de todos los artistas y gestores culturales y brindar un acceso democratizado de beneficios, incentivos tributarios conforme lo establece la Ley Orgánica de Cultura y su Reglamento; así también crear una base de datos actualizada en el sector, que permita visibilizar a todos quienes deseen participar activamente de la política pública cultural, para facilitar los procesos de participación ciudadana, previstos en la Ley.

En cuanto al campo del patrimonio cultural, tenemos como antecedente que en diciembre de 2007, el gobierno ecuatoriano mediante un acto histórico para la protección del patrimonio cultural, que hasta ese entonces estaba en el olvido, se emite el Decreto de Emergencia No. 816 publicado en el Registro Oficial, asignando un presupuesto de \$33 665 550, para los dos años que duró esta declaratoria aproximadamente. Durante este período, se realizaron diversos proyectos de inversión para la documentación, investigación, restauración, recuperación y salvaguarda sobre varios bienes patrimoniales. Sin embargo, un trabajo fundamental fue el levantar un diagnóstico de los bienes patrimoniales mediante el inventario sobre todos los fondos patrimoniales siendo estos muebles, inmuebles, arqueológicos, documentales e inmateriales.

En este sentido, el Estado también invierte en la creación de una plataforma informática para este inventario, que en la actualidad se lo conoce como Sistema de Información de Patrimonio Cultural Ecuatoriano-SIPCE, que identifica aproximadamente más de 170 000 bienes en todos sus fondos, evidenciando una riqueza patrimonial que es parte del legado cultural ancestral, que con los diferentes paisajes regionales, muestran una belleza excepcional en este territorio.

En este contexto, el uso de tecnologías es la oportunidad de integrar herramientas esenciales para la documentación, análisis de riesgos, monitoreo, conservación preventiva y divulgación del patrimonio ecuatoriano, desde la digitalización 2D y 3D de los bienes inventariados en el Sistema de Información del Patrimonio Cultural Ecuatoriano-SIPCE, hasta la creación de recorridos virtuales por museos o parques nacionales, con las tecnologías que han revolucionado la forma en que interactuamos con nuestro patrimonio.

El uso de tecnologías en la preservación del patrimonio ecuatoriano

El uso de la tecnología para la conservación y preservación del patrimonio cultural resulta fundamental e inherente para desarrollar buenas prácticas y resultados, sobre con el apoyo de los procesos de documentación, ya esto ayuda a mejorar de manera eficiente el trabajo de recopilar, organizar y gestionar la información y la documentación de los bienes con valores patrimoniales.

Es importante enfatizar que el patrimonio cultural debe estar puesto en valor y uso social de la sociedad para lo cual la tecnología permite brindar mejores servicios para la protección, conservación, valorización y difusión.

El patrimonio cultural requiere ser estudiado desde varias perspectivas a nivel nacional como son las condiciones territoriales, urbanísticos, ambientales, económicos y sociales. Para ello es importante recopilar toda

la documentación pertinente que nos brinde la información amplia del bien patrimonial, su entorno y lógicas sociales. En este sentido, entendiendo la Carta de Venecia y otras cartas internacionales, las cuales han promovido la creación de catálogos o expedientes técnicos contruidos con base en inventarios que contribuyan a difundir el conocimiento y explique los diferentes valores patrimoniales.

La documentación del patrimonio entendidas desde las cartas internacionales se resume en las acciones de registrar, inventariar y catalogar. El registro es el primer paso para reconocer componentes generales que le dan una condición de interés patrimonial, es decir es identificar características básicas del posible bien patrimonial. Por lo tanto, el proceso de documentar es la acción que inicia la gestión de la identificación y por eso es necesario contar con herramientas de registro fotográficos y diseños de fichas.

El siguiente paso es generar la metodología de inventario, este proceso, en la normativa ecuatoriana, se basa en la aplicación de un sistema de valoración donde se cuantifica sus componentes de antigüedad, formales, tipológicos, constructivos, de entorno o datos históricos, simbólicos o testimoniales que permite cualificar y determinar una valoración patrimonial.

Una vez, que se ha identificado estos componentes, es necesario procesar la información que permitirá sustentar los datos de la valoración, en cuanto a su información histórica y social, que permitirá generar un catálogo o expediente técnico que deberá ser trabajado desde la multidisciplinariedad que genere los contenidos claros de los bienes patrimoniales que permitirá suscribir actos administrativos nacionales para su debida protección, si las mismas no se encuentran protegidas por la Ley orgánica de cultura.

En la Convención de Granada de 1985, los estados se comprometieron a intercambiar informaciones sobre sus políticas de conservación en lo concerniente a “la decisión de los métodos en materia de inventario, protección y conservación de los bienes, teniendo en cuenta la evolución

histórica y el aumento progresivo del patrimonio arquitectónico” (Quintanilla, 2023). En Ecuador, el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, entidad encargada del control técnico e investigación sobre el patrimonio cultural, y encargados de gestionar el SIPCE, plataforma que se alimenta con el inventario de bienes patrimoniales del Ecuador, cuyo enfoque pretende generar datos para la investigación especializada y proyectos de actualización para que ejecuten los Gobiernos Autónomos Descentralizados Cantonales, su acceso es público en cuanto a información básica, pero para la descarga de las fichas que alimentan esta plataforma, se limita su acceso a técnicos o investigadores que generen y justifiquen responsablemente la gestión territorial, proyectos de investigación o de inversión pública, esta plataforma permite obtener de los diferentes inventarios según el fondo patrimonial y puede ser utilizada para consultas, elaboración de estadísticas, mapas temáticos, bases de datos y documentos en PDF.

En cuanto al uso de tecnologías se ha convertido en un campo de estudio y práctica fundamental en el contexto mundial y ecuatoriano para la preservación del patrimonio que necesita avanzar en el Ecuador. El desarrollo de tecnologías como la fotogrametría y el escáner láser ha propiciado el empleo de sistemas de documentación capaz de albergar información 3D de los elementos patrimoniales. Estas herramientas ayudan en la gestión del patrimonio cultural y su conservación y salvaguarda, permitiendo recopilar datos de las investigación o trabajo de los gobiernos autónomos descentralizados y las diferentes disciplinas, que aportaran en el entendimiento de los valores patrimoniales. Estas tecnologías se han convertido en herramientas básicas en la gestión e investigación del patrimonio cultural y natural del país como son:

Fotogrametría y Digitación 3D

La fotogrametría y la digitalización 3D son herramientas tecnológicas que han permitido la creación de modelos tridimensionales precisos de monumentos, artefactos y sitios arqueológicos. Esto no solo facilita la documentación detallada, sino que también es esencial para la documen-

tación, conservación y restauración de elementos patrimoniales. Además, estas tecnologías brindan oportunidades emocionantes para el estudio y la investigación del patrimonio desde perspectivas nuevas y enriquecedoras.

Realidad virtual y aumentada

La realidad virtual y aumentada ofrecen experiencias inmersivas que permiten al público explorar y comprender mejor el patrimonio. Los visitantes pueden realizar recorridos virtuales por museos y sitios históricos, lo que aumenta la accesibilidad y el compromiso con la cultura. La tecnología AR también puede utilizarse en la restauración virtual de sitios dañados o destruidos, brindando la oportunidad de preservar digitalmente el patrimonio que de otro modo se perdería.

Sistemas de información Geográfica (SIG)

Los sistemas de información geográfica (SIG) desempeñan un papel fundamental en la gestión del patrimonio natural y cultural. Facilitan la identificación de áreas de riesgo, la planificación de conservación y la toma de decisiones informadas sobre la gestión del patrimonio. Los SIG permiten la creación de mapas detallados que son esenciales para la planificación de proyectos de conservación y la gestión de riesgos naturales.

Inteligencia Artificial (IA)

La Inteligencia Artificial (IA) se ha desarrollado gracias al desarrollo tecnológico de las ciencias de la computación que logra combinar algoritmos estudiados mediante la recopilación de datos de las plataformas virtuales que la población utiliza con el propósito de crear máquinas que presenten las mismas capacidades que el ser humano. En ese sentido, el patrimonio cultural puede ser conocido, estudiado y difundido de una manera innovadora.

Atlas de riesgos

Otro tema fundamental es el análisis de los riesgos sobre el patrimonio cultural, donde se puede utilizar al sistema de inventario como una herramienta para gestionar y hacer un seguimiento de los bienes, sistematizándolos, permitiendo recompilar datos importantes como el tipo de propiedad, de ubicación, de estados de conservación, patologías y amenazas naturales y antrópicas. Toda esta información es fundamental para que los custodios y los gestores, puedan desarrollar herramientas de gestión como normas o planes de gestión, así como datos para el monitoreo de estados de conservación, para generar alteras de riesgos y formas de intervención.

Sistemas de Información Cultural

En el caso ecuatoriano y desde la institucionalidad pública, tenemos al menos cuatro sistemas o bases de datos para la gestión de la información cultural: Sistema de Información del Patrimonio Cultural del Ecuador-SIPCE, Sistema Integral de Información Cultural-SIIC, Registro Único de Artistas y Gestores Culturales-RUAC y Registro Ecuatoriano de Museos, Archivos Históricos y Bibliotecas-REMAB.

Sistema de Información del Patrimonio Cultural del Ecuador-SIPCE

Como se ha descrito en un apartado anterior, se trata de una base de datos que contiene aproximadamente ciento setenta mil bienes culturales, la cual está en constante depuración, homologación y actualización por parte de los funcionarios del Ministerio de Cultura y Patrimonio. En esta base encontramos las fichas de inventario de bienes culturales del país que puede servir para investigaciones, material estadístico y documentación de estudio. Tiene una presentación de acceso abierto y una información más detallada que requiere de un usuario y contraseña que debe ser solicitado al INPC. Esta plataforma se rige bajo la normativa y

políticas gubernamentales establecidas en el Decreto 1014, que regula y establece como política pública, que este país debe utilizar software libre en sus sistemas y la información debe estar abierta y accesible al público.

Sistema Integral de Información Cultural-SIIC

Esta es otra base considerada como herramienta para la visibilización y fortalecimiento del sector cultural del país, la caracterización de los profesionales que operan en el ámbito de la cultura y el arte. Sus principios rectores son la transparencia, accesibilidad, difusión, seguridad, conservación y custodia de la información, entre otros. Se ampara en lo que establece la Ley Orgánica de Cultura, que establece que este sistema “recopilará, sistematizará, difundirá y pondrá en valor la información del ámbito cultural y patrimonial, generada por las entidades públicas, privadas o comunitarias, la comunidad artística y la ciudadanía en general”. Esta normativa establece que el ente rector del sector, en este caso el Ministerio de Cultura y Patrimonio, tendrá la obligación de proveer la información actualizada que se genere en los ámbitos de su competencia, de acuerdo con los requerimientos del ente rector de la cultura.

Registro Único de Artistas y Gestores Culturales-RUAC

El RUAC es una herramienta en línea que forma parte del Sistema Integral de Información Cultural. Base de datos que registra de manera voluntaria a artistas y gestores profesionales que centran su actividad económica en el campo de la cultura y las artes. Están amparados por lo que establece la Ley Orgánica de Cultura, señalada en los apartados precedentes. Acoge a las personas naturales como son creadores, productores, gestores, técnicos o trabajadores vinculados al sector, que laboren dentro del territorio nacional. A quienes se registren en esta base, el marco legal les otorga algunos beneficios como la inclusión en el régimen de seguridad social, procesos de formación, acceso a incentivos tributarios, participación en Asambleas Provinciales de la Casa de la Cultura Benjamín Carrión,

acceso a fondos concursables, entre otros. Hay un protocolo que seguir para la creación de cuenta, usuario, registro y actualización de información.

Registro Ecuatoriano de Museos, Archivos Históricos y Bibliotecas-REMAB

El REMAB es una plataforma digital que busca articular las redes de museos, archivos históricos y bibliotecas a nivel nacional. Tiene un directorio en línea de estos sitios con datos e información que permiten acercarse y conocer estas instituciones y organismos. Su compromiso es mantener actualizada la información de cada repositorio que permita procesos de difusión, divulgación y puesta en valor de la memoria social. Se busca que este ejercicio fortalezca la soberanía cultural ecuatoriana. Se pueden registrar en esta base museos, archivos y bibliotecas públicas, privadas, comunitarias o mixtas que posean y exhiban al público bienes culturales y patrimoniales. Esta base se construye y articula de manera colectiva y está administrada por la Subsecretaría Nacional de Memoria Social y la Dirección del Sistema Integral de Información del Ministerio de Cultura y Patrimonio.

Marco normativo ecuatoriano para la protección del patrimonio

El marco normativo es un elemento fundamental en la preservación del patrimonio cultural y natural de Ecuador. Este marco proporciona las bases legales y regulatorias que guían las acciones y políticas relacionadas con la conservación del patrimonio.

Un principio importante que debe ser remarcado es la importancia de la desconcentración de los procesos administrativos, sin embargo, de la página institucional del INPC, se indica el procedimiento para obtener el acceso al sistema mediante: “Solicitud dirigida al Director(a) Ejecutivo(a) del INPC para validación de inventario en los diferentes ámbitos del patrimonio cultural, en forma física o correo electrónico, en cual se especifique

el tipo de bien o manifestación”. En este sentido, la dirección ejecutiva se ubica en la ciudad de Quito, por lo que evidentemente es un proceso centralizado, ya que el INPC, posee siete zonales a nivel nacional, que permitiría territorialmente una gestión más eficiente en este proceso administrativo.

Adicionalmente, existe a nivel nacional investigadores y consultores con el interés de tener un acceso amplio al SIPCE, sin embargo el trámite al estar centralizado se pierde la oportunidad que lo técnicos de la zonales pueda asesorar y acompañar en el proceso del manejo de los datos, provocando en cierta medida un desinterés profesional, por lo que es necesario ampliar la mirada para la desconcentración y poder abrir oportunidades de generar proyectos de gestión e investigación de una manera más accesible y partidaria.

La información que alimenta el SIPCE puede construir bases de datos importantes para el uso de los SIG, así como mejorar los atlas de riesgos según la instancia territorial, ya que nuestro país al tener una diversidad natural, las amenazas naturales pueden ser muy específicas según la localidad.

Cabe indicar, que el marco normativo garantiza derechos como los entornos virtuales, esto permite que, desde el sector privado y la academia, se pueda ejercer un trabajo de innovación libre, que desarrolle herramientas y estrategias para la protección del patrimonio cultural, así como incentivar a que estos procesos puedan ser un recurso de desarrollo para los custodios y portadores patrimoniales.

Convenciones Internacionales para la Protección del Patrimonio Cultural

Este apartado explora la influencia de las Convenciones Internacionales para la Protección del Patrimonio Cultural en el uso de tecnologías para la preservación de bienes patrimoniales a nivel global. Se analiza cómo estas convenciones han promovido la adopción de tecnologías avanzadas en la documentación, conservación y difusión del patrimonio cultural y

natural en todo el mundo. Además de destacar casos de éxitos y desafíos que han surgido en este contexto.

El patrimonio cultural y natural del mundo es una riqueza inestimable que requiere una protección constante. A lo largo de la historia, la comunidad internacional ha reconocido la importancia de conservar y preservar este patrimonio para las generaciones futuras. En este esfuerzo, las Convenciones Internacionales para la Protección del Patrimonio Cultural desempeñan un papel central al proporcionar un marco legal y normativo para la preservación y promoción del patrimonio.

Exploraremos cómo estas convenciones han influenciado en el uso de tecnologías para la preservación de bienes patrimoniales en todo el mundo. Desde la Convención de 1972 para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural o la Convención de 2003 para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial, que han proporcionado directrices y apoyo para la adopción de tecnologías avanzadas en la preservación del patrimonio. También analizaremos casos emblemáticos que ilustran el impacto de estas convenciones en la práctica.

La Convención de 1972 para el Patrimonio Mundial

La Convención de 1972 para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural, adoptada por la UNESCO, ha sido un pilar fundamental en la preservación del patrimonio. Esta convención estableció la Lista del Patrimonio Mundial, que identifica sitios de importancia cultural y natural excepcional en todo el mundo. Desde su adopción, la convención ha influido significativamente en la forma en que se preservan y documentan estos sitios.

Un elemento clave ha sido el uso de tecnologías avanzadas para la documentación y conservación. La fotogrametría, la digitalización 3D y los sistemas de información geográfica (SIG) se han convertido en herramientas esenciales. Por ejemplo, el uso de drones equipados con cámaras de alta resolución permite la captura detallada de sitios inaccesibles, lo que facilita la documentación y conservación de monumentos y paisajes naturales.

La Convención de 2003 para el Patrimonio Cultural Inmaterial

La Convención de 2003 para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial se centró en la protección de tradiciones culturales y prácticas vivas. A medida que las comunidades comparten su patrimonio cultural intangible, las tecnologías digitales desempeñan un papel crucial en su documentación y transmisión.

La grabación de audio y video de alta calidad, junto con el uso de plataformas en línea, ha permitido a las comunidades compartir sus expresiones culturales de manera más efectiva. Por ejemplo, la grabación de música tradicional, danzas y narraciones orales ha permitido a las comunidades preservar su patrimonio inmaterial y compartirlo con un público global.

Ejemplos de éxito

Un ejemplo de éxito en la aplicación de tecnologías para la preservación del patrimonio cultural se encuentra en la Ciudad Prohibida de Beijing, China. Este icónico sitio del Patrimonio Mundial ha utilizado la digitalización 3D para crear un modelo tridimensional detallado de sus edificios y paisajes. Este modelo no solo facilita la conservación y restauración precisa de estructuras, sino que también permite a los visitantes realizar recorridos virtuales por el sitio, brindando una experiencia enriquecedora de la historia y la cultura china.

En el ámbito del patrimonio cultural inmaterial, el proyecto “Memoria del Mundo” de la UNESCO ha promovido la digitalización de documentos históricos y la creación de archivos digitales accesibles en línea. Esto ha permitido que documentos raros y valiosos, como manuscritos antiguos y registros históricos, estén disponibles para una audiencia global. Por ejemplo, la Biblioteca Digital Mundial ofrece acceso gratuito a miles de documentos y objetos culturales de todo el mundo.

En Ecuador se han reconocido dos sitios arqueológicos como emblemáticos para la nación como son Ingapirca y Cerro de Hojas Jaboncillo. Estos sitios arqueológicos en los últimos años han recibido a expertos e investigadores para su estudio. Un caso a mencionar fue el empleo de la tecnología LiDAR (*Light Detection and Ranging*) que ha permitido un estudio innovador para estos sitios arqueológicos, por ejemplo, para Cerro de Hojas Jaboncillo en 2016 se realizó un amplio vuelo (147.78 km²) que permitió ampliar progresivamente que permitió conocer más el paisaje y la cultura material del periodo prehispánico tardío, de la Cultura Manteña (s. VIII-XVI), llegando a permitir la comprensión de un complejo paisaje agrario inmediato. (Castro *et al.*, 2021; Jijón y García, 2018a, 2018b).

Desafíos y oportunidades

A pesar de los avances, existen desafíos significativos en el uso de tecnologías para la preservación del patrimonio. Uno de los desafíos clave es la falta de recursos técnicos y financieros en muchas regiones. La adquisición, actualización, mantenimiento e innovación de tecnología de vanguardia puede ser costosa, y las comunidades y países más pequeños pueden afrontar dificultades para acceder a estas herramientas.

La capacitación y la alfabetización digital también son fundamentales. A menudo, las comunidades locales y los conservadores del patrimonio requieren formación especializada para utilizar eficazmente las tecnologías de preservación. Esto subraya la necesidad de programas de capacitación y colaboración internacional.

Por otro lado, el acceso al Sistema de Información del Patrimonio Cultural Ecuatoriano, que registra los bienes culturales materiales e inmateriales, se los gestiona de manera centralizada en el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, y no se evidencia que la tecnología haya aportado para el principio legal de desconcentración de procesos para una adecuada gestión territorial del patrimonio cultural.

Sin embargo, estas dificultades también brindan oportunidades. La colaboración entre instituciones gubernamentales, académicos, comunidades locales y el sector privado puede superar muchos de estos desafíos. Además, la inversión en capacitación y la promoción de buenas prácticas en la aplicación de tecnologías son fundamentales para el éxito continuo.

El marco normativo ecuatoriano proporciona un respaldo para la preservación del patrimonio cultural y natural abriendo la posibilidad del uso de tecnologías. Estas tecnologías han mejorado significativamente la documentación, conservación y difusión del patrimonio.

Sin embargo, es esencial abordar los desafíos y trabajar en colaboración para garantizar que el patrimonio ecuatoriano siga siendo una parte viva y accesible de la cultura del país. Este simposio proporciona una plataforma valiosa para el intercambio de conocimientos y la promoción de enfoques innovadores en la preservación del patrimonio en Ecuador.

Conclusiones

El marco normativo ecuatoriano abre las posibilidades de la gestión del patrimonio cultural y natural a través del uso de tecnologías. Estas tecnologías a raíz de la nueva constitución y la Ley Orgánica de Cultura mejoraron significativamente la documentación, conservación y difusión del patrimonio, sin embargo, en los últimos años, no se ha visto innovaciones tecnológicas, y tampoco desconcentración de los procesos de gestión, más bien la centralización de ellos, por lo que es importante buscar la inversión para mejorar el Sistema de Información del Patrimonio Cultural Ecuatoriano en su acceso público y técnico.

Este uso de tecnologías en la preservación del patrimonio que no está regulado por un marco normativo específico, mismo que debería ser regulado para una buena práctica profesional. La Constitución de 2008 y la Ley Orgánica de Cultura de 2016 son los fundamentos base, que permitan garantizar los derechos y deberes relacionados con la protección y

promoción del patrimonio cultural y natural del país, así como permitir una libertad científica para la innovación.

Este artículo explora la evolución del registro, inventario y expedientes del patrimonio cultural, desde la normativa local y las posibilidades de utilizar nuevos sistemas de documentación que emplean las herramientas y tecnologías más avanzadas.

Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos, persisten desafíos comunes como la gestión de la información, la actualización de registros, la accesibilidad a los datos, el mantenimiento de sistemas y la interoperabilidad entre bases de datos. Además, se enfrenta el reto actual de gestionar grandes volúmenes de información almacenada en diversos formatos, con la necesidad de hacerla accesible para diversos usuarios.

Es esencial abordar los desafíos y trabajar en colaboración para garantizar que el patrimonio ecuatoriano siga siendo una parte viva y accesible de la cultura del país, durante el Simposio, se pretende generar una reflexión que permita proporcionar una plataforma valiosa para el intercambio de conocimientos y la promoción de enfoques innovadores en la preservación del patrimonio en Ecuador.

Si bien siempre existirán desafíos, como ya se indicó en el acápite anterior, sobre la falta de recursos y la necesidad de capacitación, a pesar de ello, instituciones como la academia y consultores privados, con sus propios recursos, han podido aplicar diversas tecnologías con la finalidad de desempeñar un papel esencial en la protección y promoción de nuestro valioso patrimonio a nivel mundial para las generaciones futuras.

Las Convenciones Internacionales para la Protección del Patrimonio Cultural han sido un catalizador crucial para generar un marco normativo nacional, así como generar una base teórica para plantear proyectos donde el uso de tecnologías avanzadas permita la preservación de bienes patrimoniales en todo el mundo. Han proporcionado directrices y apoyo, fomentando la adopción de tecnologías como la fotogrametría, la digita-

lización 3D y los medios digitales en la documentación, conservación y difusión del patrimonio cultural y natural. Las convenciones y el marco legal han enfatizado la importancia de grabar y documentar expresiones culturales vivas, como la música tradicional o las prácticas artesanales. Estas grabaciones digitales aseguran la continuidad de las tradiciones culturales en un mundo en constante cambio.

Estas convenciones reconocen que la tecnología es una aliada esencial en la preservación del patrimonio. Han subrayado que las herramientas digitales, como la fotogrametría, la digitalización 3D y los sistemas de información geográfica, permiten una documentación precisa y una conservación efectiva de bienes patrimoniales.

La digitalización y el uso de tecnologías permiten la creación de archivos accesibles en línea, lo que amplía la difusión del patrimonio cultural y natural a nivel mundial. Esto facilita el acceso a información valiosa y promueve una apreciación más amplia de la diversidad cultural y natural. En el caso del Sistema Integral de Información Cultural (SIIC) y sus bases de datos que lo componen, necesitan una mayor difusión para su acceso, un trabajo permanente de actualización y uso estratégico por quiénes tomas las decesiones y definen las políticas del sector.

Finalmente, los encuentros de los representantes de los estados parte, que se reúnen para generar las convenciones internacionales, ha permitido que se puedan intercambiar experiencias y criterios sobre las buenas prácticas de gestión del patrimonio cultural, lo que debería ser socializado en las instituciones del estado para que los equipos técnicos puedan generar redes locales para poder replicar e implementar ideas innovadores y tecnológicas para la conservación y salvaguarda del patrimonio cultural. La colaboración internacional es esencial para el intercambio de conocimientos y recursos. Se alienta la cooperación entre países y organizaciones para abordar desafíos comunes en la preservación del patrimonio.

Recomendaciones

Este trabajo ha permitido reflexionar sobre el marco normativo del Ecuador y las herramientas tecnológicas que con base en nuestra experiencia hemos podido conocer y aprender, en ese sentido, se recomienda que el INPC mejore los procesos administrativos para el uso del Sistema de Información del Patrimonio Cultural Ecuatoriano, mediante accesos des-concentrados, mientras que su acceso público debería ser más dinámicos y educativos, así como la implementación de programas de capacitación y formación para comunidades locales, conservadores y profesionales del patrimonio. Esto garantizaría una democratización para que las tecnologías se utilicen de manera efectiva y sostenible.

En cuanto al análisis de las Convenciones Internacionales, son encuentros enriquecedores que deberían ser socializados mediante las herramientas virtuales ya que estas subrayan la importancia de garantizar un acceso equitativo a la tecnología, especialmente en regiones con recursos limitados. Se recomienda que se generen insumos para su difusión a nivel nacional. En cuanto a las gestiones de cooperación internacional, son oportunidades que pueden ayudar en la búsqueda de apoyo financiero internacional accesible, así como asistencia técnica para comunidades y países que buscan utilizar tecnologías avanzadas.

La academia es un actor fundamental en el desarrollo y aplicabilidad del uso de las tecnologías innovadoras en los territorios, ya que pueden generar equipamientos tecnológicos que gestionen proyectos a nivel nacional e internacional con la finalidad de generar conocimiento científico para mejorar los procesos de conservación del patrimonio cultural, por lo que se recomienda que estas instituciones mediante sus procesos de vinculación con la comunidad de los estudiantes, generen procesos sostenidos que permitan generar evaluaciones posteriores, para que ir mejorando los procesos, información que debe ser compartida con las instituciones públicas en la devolución de los resultados, para que se puedan generar proyectos en beneficio de la sociedad en torno a la protección del patrimonio cultural.

En resumen, las convenciones internacionales y el marco legal ecuatoriano reflejan la necesidad de incorporar la tecnología y generar innovación en los proyectos, como un recurso valioso en la protección del patrimonio cultural y natural, sus resultados proporcionan una guía crucial para una conservación sostenida y efectiva, así como una apreciación más amplia de nuestro legado patrimonial, que nos hace generar una recomendación a todos los actores involucrados en la gestión del patrimonio cultural, sobre generar una red interinstitucional que permita generar trabajar proyectos innovadores tecnológicos y fluidos en la puesta en valor y uso social del patrimonio cultural.

Referencias bibliográficas

- Castro Priego, M., Olmo Enciso, L., Labrada Ochoa, M., Jijón Porras, J. y García Campoverde, J. (2021). Espacios agrarios, asentamientos prehispánicos y tecnología LiDAR en el área costera central del Ecuador. *Virtual Archaeology Review*, 14(25). <https://doi.org/10.4995/var.2021.14891>
- Constitución de la República del Ecuador de 2008. (2008). <https://bit.ly/3WSohfa>
- Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural. (1972). UNESCO. <https://bit.ly/4chdHmp>
- Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial. (2003). UNESCO. <https://bit.ly/3YzpcCi>
- Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. <https://bit.ly/3LXW2FI>
- Ley Orgánica de Cultura de Ecuador. (2016). <https://bit.ly/3Ab2N46>
- Ministerio de Cultura y Patrimonio. <https://bit.ly/3YBTww5>
- Registro Ecuatoriano de Museos, Archivos Históricos y Bibliotecas. <https://bit.ly/3X58rOx>
- Registro Único de Artistas y Gestores Culturales-RUAC. <https://bit.ly/4fzELQE>
- Sistema Integral de Información Cultural. <https://bit.ly/3WRCY1U>
- UNESCO. (2015). Directrices Prácticas para la Aplicación de la Convención del Patrimonio Mundial. <https://bit.ly/4chdHmp>
- UNESCO. (2002). Carta Internacional de Turismo Cultural. <https://bit.ly/46BXC9y>

Análisis multitemporal del cambio de uso y ocupación del suelo en el tramo del Qhapac Ñan Achupallas-Ingapirca

Estefanía C. Avilés-Sacoto
Universidad Politécnica Salesiana, Quito (Ecuador)
eaviles@ups.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6434-7810>

Jhonny P. Rodríguez-Ponce
AGP Geospatial Company
meister04@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9932-941X>

Introducción

El Qhapac Ñan, o Camino Inca, fue una importante red de caminos y senderos que conectaba los territorios del imperio incaico en América del Sur (UNESCO, 2014). En Ecuador, el camino se extiende por más de 100 kilómetros, pasando por varias regiones y provincias del Ecuador; según el Ministerio de Cultura y Patrimonio de Ecuador, el Qhapac Ñan en el país fue construido a lo largo de varios siglos, comenzando en el siglo XV y continuando hasta la llegada de los españoles en el siglo XVI (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, 2022).

El Camino del Inca en Ecuador se dividía en dos rutas principales: la ruta del norte, que comenzaba en la ciudad de Quito y se dirigía hacia el norte hacia la región costera; y la ruta del sur, que partía de Cuenca y

se dirigía hacia el sur hasta la frontera con Perú (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, 2022). En la actualidad, varios tramos de sus tramos han sido restaurados y están abiertos al público como atracciones turísticas siendo uno de los tramos más populares es el que conecta las ruinas de Ingapirca con Achupallas. Este tramo, que se extiende por unos 40 kilómetros, cuenta con varios sitios arqueológicos y hermosos paisajes andinos (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, 2022). Achupallas-Ingapirca tiene la particularidad que atraviesa un importante parque nacional del Ecuador, el Parque Nacional Sangay, que fue declarado como patrimonio natural de la humanidad en 1983.

El Parque Nacional Sangay recorre cuatro provincias del Ecuador: Cañar, Chimborazo, Tungurahua y Morona Santiago, con una extensión de 502 105 hectáreas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2016).

Este parque cuenta con diversos tipos de ecosistemas como bosques, páramos, lagunas, ríos y volcanes; alberga a más de 3000 especies de plantas de las cuales 586 son únicas del área (250 son orquídeas), a 150 especies de mamíferos, 400 especies de aves, 90 especies de anfibios, 26 especies de reptiles y 17 especies de peces (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2016).

Con respecto a aspectos culturales, existen vestigios preincaicos y precolombinos en el mismo, que muestran que esta zona estuvo habitada por comunidades guamboyas, canelos y macas, así como por puruháes y en la actualidad kichwas (UNESCO, 1972).

El sistema vial andino Qhapac Ñan cruza al sur de la zona de Achupallas e ingresa al parque, pasando por la laguna de Culebrillas, para luego salir de sus límites hacia las ruinas de Ingapirca. Es uno de los principales atractivos turísticos del parque, aunque desde hace años es objeto de investigaciones por la búsqueda de oro que poblaciones incas pudieron haber dejado a lo largo de este trayecto.

A pesar de su riqueza biológica y cultural, el Parque Nacional Sangay está amenazado por el avance de la frontera agrícola y ganadera, que

ha provocado la pérdida del ecosistema de páramo y de la vegetación herbácea y su sustitución por pastos para el consumo del ganado de las poblaciones que viven cerca de los límites del parque.

Según el arqueólogo ecuatoriano Oswaldo Rojas, el Qhapac Ñan en Ecuador no solo era una importante vía de comunicación y transporte, sino también un símbolo de la unidad y cohesión del imperio incaico. En un artículo publicado en la revista científica *Arqueología y Sociedad*, Rojas destaca la importancia del camino como herramienta para la integración de las diferentes regiones y culturas del imperio incaico, por lo que se puede afirmar que el Qhapac Ñan en Ecuador es una importante obra de ingeniería y un valioso patrimonio cultural que debe ser conservado y puesto en valor (UNESCO, 2014).

Materiales y metodología

El estudio comenzó con una aproximación al principal problema que enfrenta el área protegida del Parque Nacional, que es la pérdida de páramo por el cambio de uso de suelo y el avance de la frontera agrícola y ganadera, y continuó con la delimitación efectiva del área de estudio a través del uso de información secundaria (cartografía) que corresponde al Parque Nacional Sangay en la zona de Achupallas-Ingapirca en la provincia de Cañar en el sur de Ecuador.

La ruta del estudio se encuentra ubicada entre las parroquias de Achupallas en la provincia de Chimborazo y el Tambo e Ingapirca en la provincia de Cañar; con una extensión aproximada de 40 kilómetros, como se muestra en la figura 1.

Para definir la ruta, se obtuvo información secundaria del Ministerio de Cultura, a través del portal del Sistema Nacional de Información-SNI. Esta información referencial sirvió como base para poder entender cómo se encontraba distribuida la ruta entre las zonas pobladas de Ingapirca en Cañar y Achupallas en Chimborazo (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, 2022).

A través del uso de imágenes de muy alta resolución (0.5 m) existentes en tapices de acceso gratuito como son Bing, Esri y Google, dentro de la plataforma ArcGis; se ajustó la georreferencia del trayecto para tener una ruta más ajustada a la realidad.

El mapa del área de estudio está presentado en la siguiente figura.

Figura 1
Área de estudio



Una vez obtenido el trazado final, se realizó una categorización del nivel de posible afectación existente en la ruta. Esta afectación se ajustó a tres niveles, que son:

- Afectación baja: trayecto que se encuentra sobre vegetación natural, como son pajonales, vegetación herbácea o de páramo, las cuales no hacen una presión muy fuerte sobre los vestigios de la ruta. Se definió un área buffer de 50 metros alrededor del vector.
- Afectación media: zona que se encuentra sobre zonas agrícolas o áreas urbanas no consolidadas, y que realizan mayor presión que la vegetación natural. Se estableció un buffer de 200 metros sobre la ruta.
- Afectación alta: existe una fuerte presión sobre los vestigios de la ruta, se ubica en zonas pobladas más densas y con mayor actividad agrícola. Se definió un buffer de 500 metros.

Figura 2

Niveles de afectación en zona de estudio



A partir de este análisis, se ejecutó el área buffer o de amortiguamiento, con base en el nivel de intervención y afectación existente, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 1

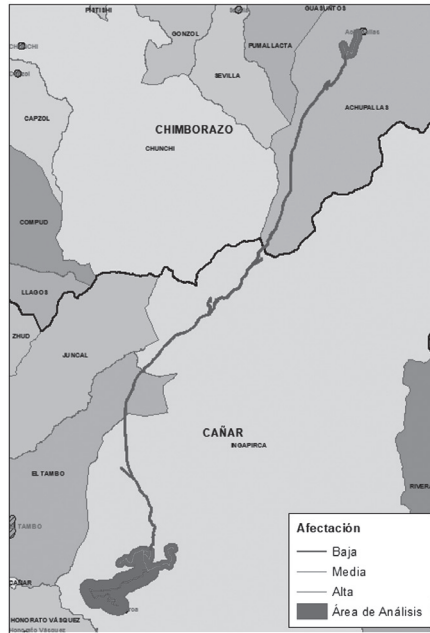
Definición de afectación de segmentos

Nivel	Segmento (km)	Buffer (m)
Afectación baja	35.21	50
Afectación media	9.24	200
Afectación alta	6.47	500

Con esta categorización se estableció un área total de análisis de 1167.81 hectáreas, como se observa a continuación:

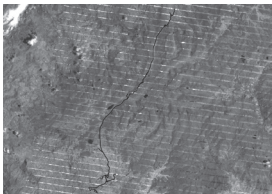
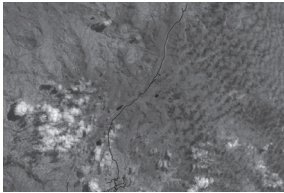
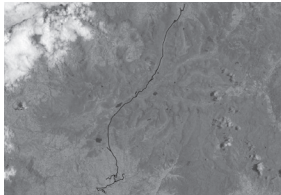
Figura 3

Área de análisis para uso de suelo



Para la generación de cartografía de uso y cobertura del suelo y análisis multitemporal, se buscaron imágenes satelitales de media resolución en 2006, 2014 y 2022. En la actualidad existen varias agencias gubernamentales y privadas que generan datos e imágenes satelitales que pueden ser aprovechadas para estudios y análisis de los cambios en el uso del suelo en cualquier lugar del planeta. Así pues, se accedió a información disponible en el portal de la NASA, la cual cuenta con varias misiones, entre ellas Landsat, que posee un catálogo de imágenes que cumplen con el requisito de multitemporalidad para este estudio. Se han utilizado imágenes de los sensores Landsat 7 y Landsat 8, como se observa a continuación, ambos sensores presentan imágenes con un tamaño de pixel de 30 cm (Earh Explorer USGS, 2022).

Tabla 2
Imágenes satelitales utilizadas en el estudio

Años	Sensor	Fecha	%
2006	Landsat 7	16/10/2006	
2014	Landsat 8	26/07/2014	
2022	Landsat 8	13/11/2022	

Para la generación de información temática de cobertura y uso de la tierra, la metodología se fundamenta en la interpretación interdependiente de productos de sensores remotos, apoyados de información secundaria de otras disciplinas como: suelo, clima, ecología, entre otras, a través de Sistemas de Información Geográfica.

Las etapas para el desarrollo del mapa de uso de suelo fueron las siguientes:

- Recopilación de información secundaria e insumos.
- Definición de la leyenda temática.
- Procesamiento digital.
- Levantamiento de Información de campo.
- Interpretación y codificación de unidades.
- Validación de datos.
- Control de calidad geográfica.

Previo a la generación del mapa de uso de suelo, fue necesaria la recopilación de datos que puedan ayudar a tener una visión general del área de estudio, para esto se recopilaron los siguientes datos:

- Ruta Qhapac Ñan del Ministerio de Cultura y Patrimonio de Ecuador.
- División político administrativa CONALI-2019.
- Mapa de uso de suelo escala 1:25000 levantado por el MAG-SIGTierras
- Tapices satelitales de uso libre de Google, Esri y Bing.
- Posterior a esto, se estableció la leyenda temática.

Según la FAO, el uso del suelo se caracteriza por los arreglos, actividades e insumos que las personas realizan en un determinado tipo de cobertura del suelo para producirlo, cambiarlo o mantenerlo. De esta manera, la definición del uso de la tierra establece un vínculo directo entre la cobertura de la tierra y las acciones de las personas en su entorno. Para este fin, se trabajó con un primer nivel general que corresponde a las coberturas definidas por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (siglas en inglés IPCC), adaptado para Ecuador por CLIRSEN, MAGAP y MAE para el nivel I.

Tabla 3
Legenda IPCC

IPCC Classes considered FOR THE CHANGE DETECTION		LCCS LEGEND USED IN THE CCI-LC MAPS	
1. Agriculture		10,11,12	Rainfed cropland
		20	Irrigated cropland
		30	Mosaic cropland (>50%) / natural vegetation (tree, shrub, herbaceous cover) (<50%)
		40	Mosaic natural vegetation (tree, shrub, herbaceous cover) (>50%) / cropland (< 50%)
2. Forest		50	Tree cover, broadleaved, evergreen, closed to open (>15%)
		60, 61, 62	Tree cover, broadleaved, deciduous, closed to open (> 15%)
		70, 71, 72	Tree cover, needleleaved, evergreen, closed to open (> 15%)
		80, 81, 82	Tree cover, needleleaved, deciduous, closed to open (> 15%)
		SO	Tree cover, mixed leaf type (broadleaved and needleleaved)
		100	Mosaic tree and shrub (>50%) / herbaceous cover (< 50%)
		160	Tree cover, flooded, fresh or brackish water
3. Grassland		170	Tree cover, flooded, saline water
		110	Mosaic herbaceous cover (>50%) / tree and shrub (<50%)
		130	Grassland
4. Wetland		180	Shrub or herbaceous cover, flooded, fresh-saline or brackish water
5. Settlement		190	Urban
6. Other	Shrubland	120,121,122	Shrubland
	Sparse vegetation	140	Lichens and mosses
		150,151,152, 153	Sparse vegetation (tree, shrub, herbaceous cover)
	Bare area	200, 201, 202	Bare areas
	Water	210	Water

La catalogación se basó en las categorías de IPCC, que está acorde a la escala de trabajo y el nivel de detalle al que se requiere. Además, la categorización inicial se basó en el Catálogo Nacional de Objetos Geográficos, versión 2.0, generado por la CONAGE; y también en el catálogo de objetos del Instituto Geográfico Militar, el cual, a su vez, toma como referencia las normas ISO/TS 19110:2005, Geographic Information-Methodology for feature cataloguing; e ISO 19126:2009, Geographic Information-Feature Concept Dictionaries and Registers; las cuales facilitan el almacenamiento, procesamiento, disponibilidad, intercambio, actualización y difusión de la información.

Después se procedió con el procesamiento digital de las imágenes satelitales (Chuvieco, 2010), los datos de las imágenes satelitales pueden poseer distorsiones geométricas y radiométricas. Por ello, los datos registrados por el sensor se ven muy afectados por las condiciones atmosféricas, el ángulo de captura de datos del sensor y el momento en que se recopilan los datos. Estas distorsiones deben corregirse antes de que pueda usarse como base para la interpretación y clasificación de la cobertura terrestre, durante la etapa de procesamiento previo de la imagen.

Este proceso tiene como objetivo corregir los datos de imagen distorsionados o degradados para crear una representación más confiable de la escena original. El preprocesamiento de imágenes consta de dos etapas:

- Correcciones radiométricas y atmosféricas.
- Correcciones geométricas.

Estos procedimientos se realizaron en módulos ATCOR y OrthoEngine, de Catalyst (antes PCI Geomatic).

La corrección radiométrica se encarga de homogenizar el píxel en relación con la pila de imágenes a utilizar en el estudio.

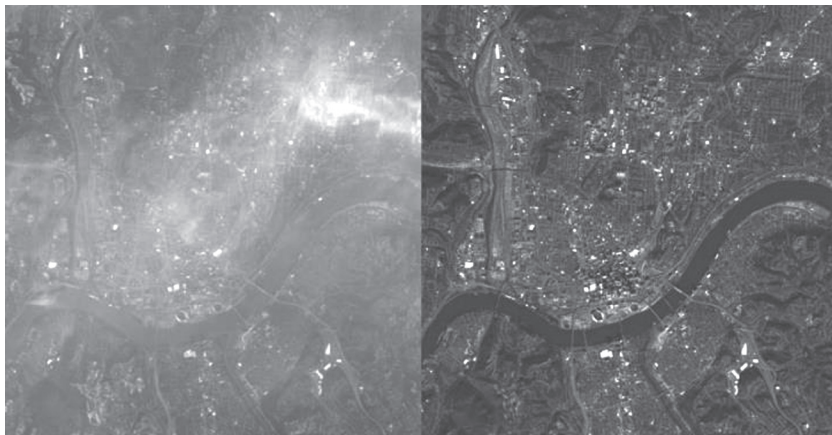
Para utilizar de forma fiable la información obtenida con tecnología satelital, es necesario eliminar o disminuir los efectos perturbadores que se asocian con la información espectral que captan los sensores a bordo de las plataformas espaciales.

La corrección atmosférica trata de evaluar y eliminar las distorsiones que la atmósfera introduce en los valores de radiancia que llegan al sensor desde la superficie terrestre.

Las imágenes Spot adquiridas ya han sido objeto de un tratamiento digital de los píxeles, sobre el que se han efectuado correcciones tanto atmosféricas como radiométricas, lo que da como resultado un producto limpio para ser procesado.

Figura 4

Ejemplo de corrección radiométrica de imagen satelital



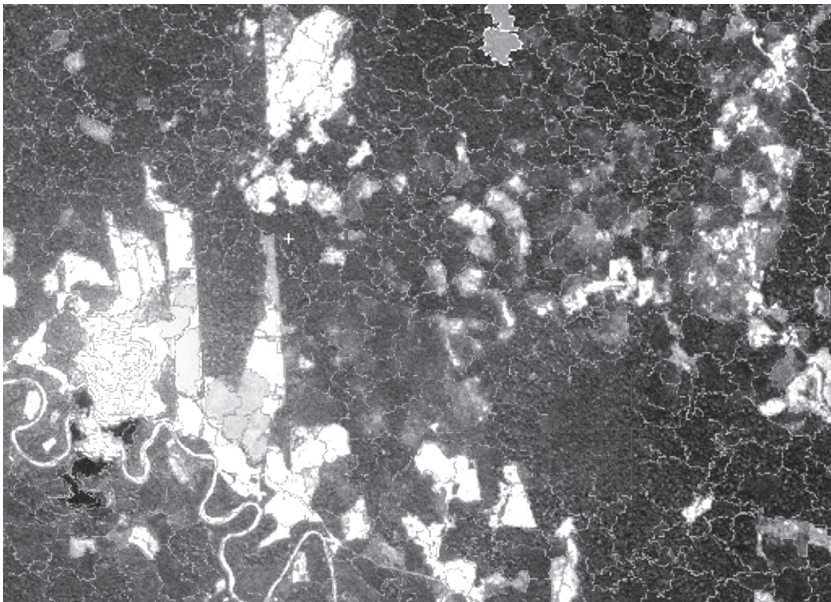
La corrección geométrica realiza la ortorrectificación geométrica en función del sistema de coordenadas propuesto para el estudio, así como el Datum. Las imágenes cuentan con una ortorrectificación previa, que la Nasa realiza utilizando el Modelo de Elevación SRTM, por lo que, debido al tamaño en píxeles de las escenas, no ha sido necesario realizar su ajuste geométrico.

El paso final fue la realización de la clasificación de las imágenes satelitales. A través de la plataforma Catalyst (antes PCI Geomatics), se utilizó la herramienta Object Analyst, la cual cuenta con una función ba-

sada en Machine Learning para el análisis de imágenes basado en objetos (OBIA), que permite segmentar los píxeles de una imagen en objetos para su clasificación y análisis (Catalyst, 2021). Este tipo de análisis difiere del enfoque tradicional basado en agrupación de píxeles similares, y centra su análisis en la interpretación de objetos previamente segmentados, como se muestra en el siguiente ejemplo

Figura 5

Clasificación basada en objetos a través de programa especializado



En la figura 5 se puede apreciar la segmentación la imagen y la selección de áreas de entrenamiento en la clasificación basada en objetos.

Object Analyst está diseñado principalmente para su uso con imágenes de muy alta resolución (VHR); sin embargo, se puede usar Object Analyst con cualquier imagen que cumpla con los criterios necesarios. Es decir, se pueden utilizar imágenes de alta, o media resolución.

Al trabajar con objetos, la interpretación visual humana de las imágenes se puede aumentar para hacer gran parte del trabajo preliminar en la creación y determinación de formas, tamaños, texturas, entre otros. Estas características son aprovechadas por la herramienta de clasificación basada en objetos de Catalyst, proporcionando el siguiente flujo de procesos:

Segmentación: la primera tarea para realizar una clasificación basada en objetos es dividir una escena en regiones homogéneas o segmentos. Al trabajar con objetos, que se extraen a través de un proceso de segmentación, el análisis puede simplificarse y hacerse más sofisticado. Es decir, al utilizar objetos, se puede incrementar la interpretación humano-visual de las imágenes utilizando el software para hacer gran parte del trabajo preliminar en la creación y determinación de formas, tamaños, texturas, entre otros, como se muestra a continuación:

Figura 6

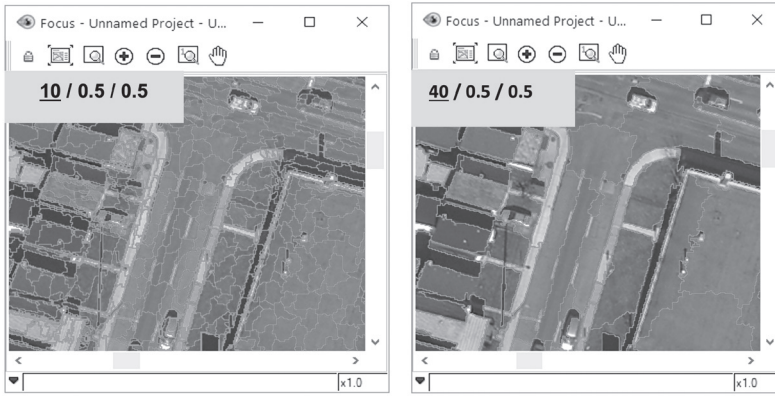
Segmentación basada en objetos a través de software especializado



Como se observa en la figura 6, hay una capa vectorial de los objetos segmentados sobre una imagen satelital. La segmentación basa su proceso en tres características principales:

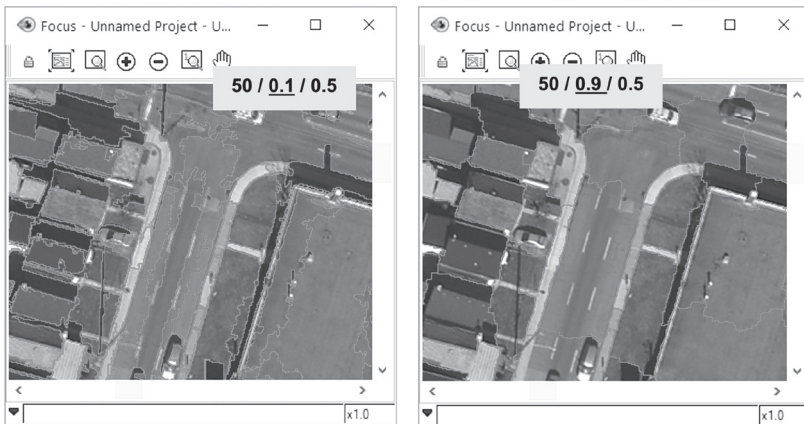
Escala: determina el tamaño de los objetos, el cual varía con base en la resolución de la imagen.

Figura 7
Segmentación de imágenes



Forma: determina la forma con base en la respuesta espectral de la imagen.

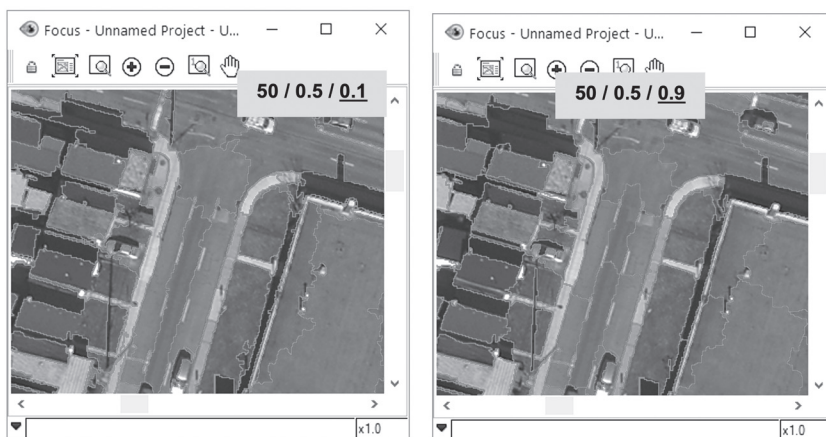
Figura 8
Determinación de formas



Compacidad: determina los límites del objeto.

Figura 9

Determinación de compacidad



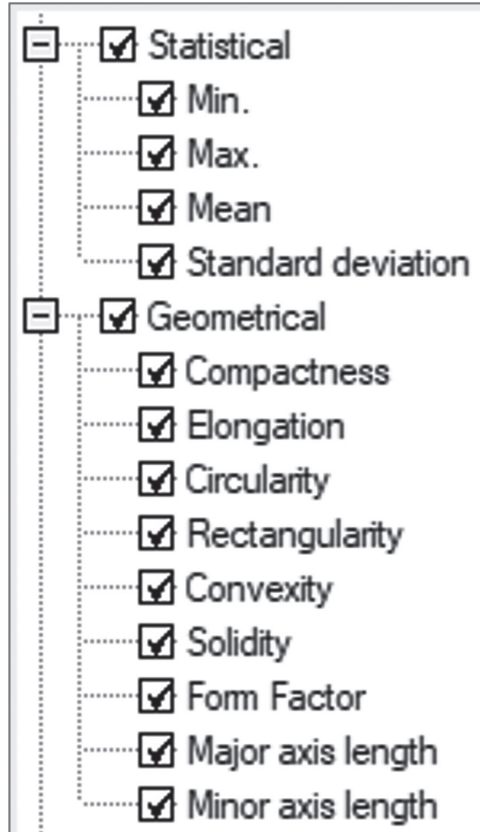
Cálculo de atributos: Object Analyst utiliza por defecto las mismas bandas multiespectrales del ráster y el mismo archivo de vector segmentado como se especifica arriba para calcular varios atributos, en términos de estadísticas, parámetros geométricos, índices de vegetación, para cada objeto generado (segmento de polígono), como se muestra en la siguiente ilustración.

Sitios de entrenamiento: antes de realizar una clasificación o una evaluación de precisión, es necesario contar con datos reales.

En teledetección, la verdad del terreno se refiere a la información recopilada en el lugar, como son todos los puntos de campo levantados; o con datos secundarios, como imágenes satelitales con una mejor resolución en las temporalidades en estudio.

Figura 10

Cálculos de atributos a través de software especializado



Con esta información fue posible calibrar los datos de teledetección directamente en el software en el modelo de segmentación, lo que ayudó a clasificar las unidades de uso de suelo de una manera más precisa y supervisada, como se muestra en la figura 11.

Figura 11*Edición de sitios de entrenamiento a través de software especializado*

Training Sites Editing

Training layer: OBIA.pix:3. OBIA_500505: Training Load...

Training field: Training Create...

Add Class Remove Class

Class Name	Color	Training Count	Accuracy Count
CLOUDS		10	4
SHADOWS		11	4
FOREST		39	24
SETTLEMENT		11	6
OTHER		12	5
AGRICULTURE		20	12
WATER		9	7

Assign Unassign Reset Class

Sample type: ☒ Training ☐ Accuracy assesment

+ Class Outliers

? Close

Con estos pasos previos se puede realizar una clasificación supervisada, y saber que los datos reales actuaron como un conjunto de entrenamiento utilizado por el algoritmo de aprendizaje (aprendizaje automático) para generar un modelo de clasificación inicial.

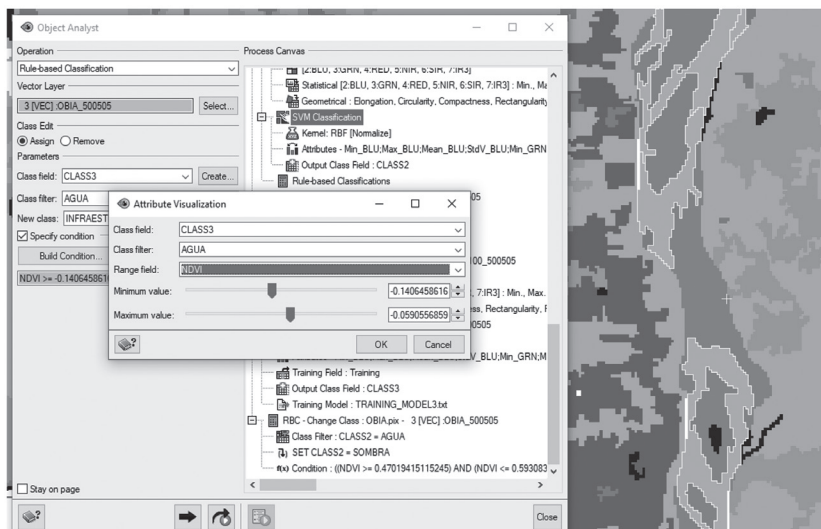
Clasificación supervisada: se encarga de agrupar los segmentos relevantes generados anteriormente en cada una de las clases creadas a través del proceso de aprendizaje y creación de un modelo de clasificación, que se utiliza para predecir la pertenencia de los objetos a la unidad de uso de suelo correspondiente, como se muestra a continuación.

Figura 12

Clasificación basada en objetos a través de software especializado



Edición de clasificación posterior: una vez que se ha realizado la clasificación, existe la posibilidad de que algunas unidades hayan sido clasificadas erróneamente, razón por la cual es necesario realizar un proceso de edición. En esta actividad se realizó un filtro de control de calidad por parte del especialista, el cual consiste en realizar algunas ediciones de aspectos de interpretación de la clasificación. Las modificaciones realizadas incluyeron los siguientes procesos: combinar dos o más polígonos o dividirlos, a través de ediciones automáticas o interactivas; adición de nuevas clases; eliminación de las existentes; y reasignación del objeto u objetos de una clase.

Figura 13*Edición de clasificación de puestos*

Evaluación de precisión: el paso final para la elaboración de la cartografía fue la evaluación de la precisión global de la clasificación supervisada. Esta operación consiste en comparar un campo de referencia, generado al editar sitios de entrenamiento versus el campo de clasificación generado al ejecutar una clasificación.

Uno de los métodos más utilizados para validar mapas de uso del suelo es el índice de precisión Kappa, que se utilizó en este estudio con la ayuda del software Catalyst de PCI Geomatics.

Para este estudio se obtuvo una índice kappa promedio de 0.80:

Validación de unidades de uso de suelo: una vez finalizado el proceso de clasificación de imágenes, se realizó una validación de las unidades tomando como base las imágenes satelitales y se las comparó con tapices de alta resolución en las cuales se pueden visualizar segmentos de imágenes de apoyo para sitios en los que había dudas.

Control de calidad geográfico: el control de calidad actúa como un eje transversal en cada uno de los procesos realizados. Para este caso particular, se realizó un control de cada una de las clasificaciones realizadas teniendo como referencia los siguientes insumos:

- Mapa de uso de suelo escala 1:25000 levantado por el MAG-SIGTierras.
- Tapices satelitales de uso libre de Google, Esri y Bing.

Resultados

Los resultados para 2006 están representados en la tabla 4.

Tabla 4

Uso y cobertura de suelo para 2006

Uso de suelo	Área (ha)	%
Mosaico agropecuario	501.28	42.94 %
Pasto	298.66	25.59 %
Páramo	178.42	15.29 %
Vegetación herbácea	89.62	7.68 %
Vegetación arbustiva	58.05	4.97 %
Infraestructura	27.24	2.33 %
Suelo desnudo	10.60	0.91 %
Humedal	3.41	0.29 %
Total	1167.27	100.00 %

El mosaico agrícola ocupa el porcentaje más alto con un área total de 501.28 hectáreas que representa el 42.94 % del área total de la zona de estudio. El páramo y la vegetación herbácea ocupan el 22.97 % del total del área de estudio con un total de 268.04 hectáreas. La infraestructura que representa el camino del Inca en el tramo de análisis tiene un porcentaje del 2.33 % con un área de 27.24 hectáreas.

Para 2014, los resultados se presentan en la tabla 5.

Tabla 5

Uso y cobertura de suelo para 2014

Uso de suelo	Área (ha)	%
Mosaico agropecuario	524.41	44.93 %
Pasto	299.79	25.68 %
Páramo	164.55	14.10 %
Vegetación herbácea	96.64	8.28 %
Vegetación arbustiva	41.91	3.59 %
Infraestructura	27.24	2.33 %
Suelo desnudo	9.32	0.80 %
Humedal	3.41	0.29 %
Total	1167.27	100.00 %

Se puede observar que el mosaico agrícola es aquel con mayor porcentaje de ocupación con un área total de 524.41 hectáreas que representa el 44.93 % del total del área de estudio. El páramo y la vegetación herbácea ocupan el 22.8 % del área total con 261.19 hectáreas. La infraestructura de análisis sigue manteniendo un porcentaje de área total equivalente al 2.33 % con 27.24 hectáreas.

En la tabla 6 pueden verse los resultados para 2022.

Tabla 6*Uso y cobertura de suelo para 2022*

Uso de suelo	Área (ha)	%
Mosaico agropecuario	542.71	46.49 %
Pasto	288.63	24.73 %
Páramo	150.30	12.88 %
Vegetación herbácea	106.80	9.15 %
Vegetación arbustiva	38.86	3.33 %
Infraestructura	27.24	2.33 %
Suelo desnudo	9.32	0.80 %
Humedal	3.41	0.29 %
Total	1167.27	100.00 %

El mosaico agrícola ocupa el porcentaje más alto con el 46.49 % del área total estudio con 542.7 hectáreas, mientras que el páramo y la vegetación herbácea ocupan el 22.03 % (257.10 hectáreas). La infraestructura de estudio continúa manteniendo el mismo porcentaje de área, equivalente al 2.33 % y 27.24 hectáreas.

El análisis de la variación de cambio de uso de suelo durante el primer periodo de tiempo 2006-2014 se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 7*Cambio de uso de suelo del 2006 al 2014*

CUS	2014								
2006	Humedal	Infraestructura	Mosaico agropecuario	Páramo	Pasto	Suelo desnudo	Vegetación arbustiva	Vegetación herbácea	Total
Humedal	3.41								3.41
Infraestructura		27.24							27.24
Mosaico agropecuario			501.28						501.28
Páramo			4.90	159.99	3.22			10.31	178.42

CUS	2014								
2006	Humedal	Infraestructura	Mosaico agropecuario	Páramo	Pasto	Suelo desnudo	Vegetación arbustiva	Vegetación herbácea	Total
Pasto			2.08		296.57				298.66
Suelo desnudo				1.19		9.32		0.09	10.60
Vegetación arbustiva			16.14				41.91		58.05
Vegetación herbácea				3.38				86.24	89.62
Total	3.41	27.24	524.41	164.55	299.79	9.32	41.91	96.64	1,167.27

Como se observa en el cuadro anterior, dentro del área de estudio, la unidad de mosaico agropecuario y pastos, son las que están haciendo mayor presión sobre la unidad de páramos, si bien es cierto la pérdida de esta cobertura no ha sido tan agresiva, se debe tener en cuenta que a futuro pueden afectar estas unidades sensibles. Se han perdido un total de 8142 hectáreas debido al avance de estas fronteras.

Un total de 10.31 hectáreas de páramos se han convertido en vegetación herbácea, lo cual puede deberse a procesos de regeneración espontánea de esta cobertura, que en algún momento pudo perderse por fenómenos naturales, pero no antrópicos.

Con respecto a las variaciones del periodo de tiempo 2014-2022, se presentan los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 8

Cambio de uso de suelo del 2014 al 2022

CUS	2022								
2014	Humedal	Infraestructura	Mosaico agropecuario	Páramo	Pasto	Suelo desnudo	Vegetación arbustiva	Vegetación herbácea	Total
Humedal	3.41								3.41
Infraestructura		27.24							27.24
Mosaico agropecuario			524.16		0.25				524.41
Páramo			0.41	150.30	2.61			11.24	164.55

CUS	2022								
2014	Humedal	Infraestructura	Mosaico agropecuario	Páramo	Pasto	Suelo desnudo	Vegetación arbustiva	Vegetación herbácea	Total
Pasto			15.10		284.69				299.79
Suelo desnudo						9.32			9.32
Vegetación arbustiva			3.04				38.86		41.91
Vegetación herbácea					1.08			95.56	96.64
Total	3.41	27.24	542.71	150.30	288.63	9.32	38.86	106.80	1,167.27

Como se observa en el cuadro anterior, las unidades de mosaico agropecuario y pasto, siguen ejerciendo presión sobre las unidades de páramo y vegetación herbácea, donde se han perdido un total de 4.10 hectáreas del total de las coberturas sensibles.

Discusión

El estudio muestra la factibilidad del uso de imágenes satelitales para estudios territoriales, como ha sido sugerido en otras investigaciones, junto con la utilidad de mapas históricos para evaluar procesos de deforestación y pérdida de cobertura vegetal como lo mencionan Sahagún y Reyes (2018) y Silva y Rubio (2013).

El avance de la frontera agrícola y ganadera sigue representando una de las principales amenazas para la pérdida de cobertura vegetal y de ecosistemas, a pesar de que se les otorgue el estatus de áreas protegidas, como es el caso del Parque Nacional Sangay. Este fenómeno se puso de manifiesto en el estudio realizado por Flórez-Yepes *et al.* (2017), donde se destacan los impactos generados por los cambios en el uso y la cobertura del suelo dentro de las áreas protegidas.

Conclusiones

El Parque Nacional Sangay ha sufrido procesos de cambio de cobertura y uso de suelo y el avance de la frontera agrícola y ganadera, están desplazando al ecosistema páramo y a la vegetación herbácea.

A través del periodo de estudio hay un decrecimiento de 4.10 hectáreas de páramo y vegetación herbácea, que han sido reemplazadas por pastizales. Hay un considerable avance de la frontera agrícola-ganadera.

A pesar de la declaratoria del Parque Nacional Sangay como área protegida, se evidencia la pérdida de páramo, por lo que se muestra que estas declaraciones no son eficientes en la conservación de ecosistemas y se requiere de la implementación de medidas más restrictivas en el uso de suelo y cobertura vegetal que permitan proteger al páramo comenzando con una actualización de las coberturas en este parque nacional identificadas.

El uso de imágenes satélites y su manejo a través de software específico muestra una aproximación cercana a la realidad encontrada en el campo. Se realizaron visitas al terreno y se pudo observar que las coberturas de suelo obtenidas a partir de la clasificación de las imágenes fueron 100 % coincidentes con aquellas identificadas durante las visitas en campo.

Referencias bibliográficas

- Catalyst. (2021). Object Analyst Classification. <https://bit.ly/3WDLz77>
- Chuvieco, E. (2010). *Teledetección ambiental*. Ariel.
- Earth Explorer USGS. (2022). Images Landsat 7 and Landsat 8. <https://bit.ly/4cxVFwt>
- Flórez-Yepes, G., Rincon-Santamaría, A., Cardona, P. y Alzate-Alvarez, A. (2017). Análisis multitemporal de las coberturas vegetales en el área de influencia de las minas de oro ubicadas en la parte alta del sector de Maltería en Manizales, Colombia. *Dyna*, 84(201), 95-101.
- Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. (2022). Qhapac Ñan Sistema Vial Andino. <https://bit.ly/4dyPfOj>

- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2016). Áreas protegidas del Ecuador, socio estratégico para el desarrollo. <https://bit.ly/4fz921Y>
- Sahagún, F. y Reyes, H. (2018). Impactos por cambio de uso de suelo en las áreas protegidas de la región central de la Sierra Madre Oriental. *Ciencia UAT*, 1(2), 6-21.
- Silva, A. y Rubio, M. (2013). Análisis de cambios de uso del suelo en la delegación Municipal de Ingeniero White. *Revista Colombiana*, 113-146.
- UNESCO. (1972). Convención sobre la proyección del patrimonio mundial, cultural y natural. París. <https://es.unesco.org/>
- UNESCO. (1998). Conferencia sobre Políticas Culturales y Desarrollo Sostenible, Estocolmo. <https://es.unesco.org/>
- UNESCO. (2014). Qhapaq Ñan, Andean Road System, Executive summary. <https://bit.ly/4dfHptb>

Reconstrucción de un tramo del Qhapaq Ñan para su puesta en valor mediante un sistema de realidad virtual

Rafael Augusto Campoverde Durán
Universidad Politécnica Salesiana, Quito (Ecuador)
rcampoverde@ups.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9025-077X>

Introducción

En la actualidad en arqueología a menudo se trabaja sin pala, diversos dispositivos geomagnéticos, permiten a los arqueólogos conocer yacimientos que se encuentran bajo tierra, antes de comenzar las excavaciones (DW, 2018), en el caso de que los restos arqueológicos se encuentren al aire libre, es posible utilizar la fotogrametría, tecnología que consiste en tomar una serie de fotografías aéreas del sitio, con el objetivo de generar un modelo en tres dimensiones, el cual se puede manipular utilizando un programa de modelado 3D, como es el caso de Blender (2023), cuando los restos están en ruinas o incompletos es factible reconstruir las partes faltantes con base en hipótesis sustentadas en documentación histórica existente, proceso que se debe realizar con rigurosidad científica.

Por otra parte, también existen yacimientos arqueológicos cubiertos por vegetación, en este caso conviene utilizar la tecnología LiDAR, que consiste en escanear el bien patrimonial desde el aire utilizando un dron equipado con una cámara especial, mediante haces de rayos láser

que pueden “colarse” a través de la vegetación obteniendo un modelo tridimensional al que posteriormente se le puede separar la capa vegetal, igual que en la situación anterior en caso de que el sitio esté incompleto, es factible proceder a la reconstrucción virtual del mismo, mediante el modelado directo en tres dimensiones.

El modelo virtual obtenido en los procesos anteriores se puede poner a disposición del público para su visualización por medio de la Realidad Virtual (RV), tecnología que sumerge al usuario en un entorno inmersivo generado por computador y que además de mostrar el bien patrimonial reconstruido permite interactuar con él, siendo este un recurso tecnológico efectivo para facilitar la interpretación de los sitios de una manera lúdica y entretenida.

Estado del arte

La arqueología virtual

El término “arqueología virtual” se acuñó en los años noventa del siglo pasado para referirse a la elaboración de modelos informáticos de apoyo a la investigación e interpretación del patrimonio arqueológico (Reilly, 1990), aunque las primeras reconstrucciones virtuales de espacios arqueológicos datan de los años ochenta (Rivero, 2011). Con la incorporación de las nuevas tecnologías al campo de la arqueología, se ha hecho necesario establecer un conjunto de recomendaciones para regular la práctica de esta nueva disciplina. Con este fin en el año 2011 se redactaron los Principios de Sevilla, contenidos en la conocida Carta de Sevilla. En este documento se define la arqueología virtual como: “la disciplina científica que tiene por objeto la investigación y el desarrollo de formas de aplicación de la visualización asistida por ordenador a la gestión integral del patrimonio arqueológico” (López-Menchero y Grande, 2011). La Carta de Sevilla asume los siguientes objetivos:

- Generar criterios fácilmente comprensibles y aplicables por toda la comunidad de expertos, ya sean estos informáticos, arqueólogos, arquitectos, ingenieros, gestores o especialistas en general en la materia.
- Establecer directrices encaminadas a facilitar al público un mayor entendimiento y mejor apreciación de la labor que desarrolla la disciplina arqueológica.
- Establecer principios y criterios que sirvan para medir los niveles de calidad de los proyectos que se realicen en el campo de la arqueología virtual.
- Promover el uso responsable de las nuevas tecnologías aplicadas a la gestión integral del patrimonio arqueológico.
- Contribuir a mejorar los actuales procesos de investigación, conservación y difusión del patrimonio arqueológico mediante el uso de nuevas tecnologías.
- Abrir nuevas puertas a la aplicación de métodos y técnicas digitales de investigación, conservación y difusión arqueológica.
- Concienciar a la comunidad científica internacional de la necesidad imperante de aunar esfuerzos a nivel mundial en el creciente campo de la arqueología virtual (p.72).

La virtualización del patrimonio

La virtualización del patrimonio se refiere al uso de tecnologías digitales para crear representaciones virtuales de sitios arqueológicos, artefactos y otros elementos del patrimonio cultural como pueden ser edificaciones. Estas representaciones permiten a las personas explorar y experimentar con los bienes del patrimonio de manera interactiva por medio de computadoras, celulares, tabletas y gafas de RV. Detrás de todo proceso de virtualización existe una fase de estudio y análisis para obtener la mayor cantidad de datos contrastados acerca del sitio arqueológico, antes de proceder a su reconstrucción y visualización, proceso que se debe realizar de manera rigurosa y científica.

En la mayoría de los casos se pueden identificar cuatro pasos en el proceso de virtualización de bienes patrimoniales, que en resumen son los siguientes:

1. **Levantamiento de la información:** se realiza utilizando diferentes tecnologías como son la fotogrametría y el escáner láser 3D o LiDAR. La fotogrametría consiste en la reconstrucción virtual en tres dimensiones de objetos y lugares utilizando técnicas fotográficas, permite elaborar objetos en 3D a partir de la superposición de diferentes imágenes del propio objeto o superficie. Por otra parte, el escáner láser 3D es un dispositivo que analiza un objeto o una superficie dentro de un campo limitado, mediante un rayo de luz láser y una cámara digital sincronizada, para reunir datos de su forma y color, con esta tecnología se obtiene una nube de puntos tridimensional que sirve para construir modelos digitales tridimensionales. Actualmente estas tecnologías tienen una gran aplicabilidad en el campo de la conservación y restauración del patrimonio.
2. **Obtención del modelo 3D:** se realiza a partir de la nube de puntos obtenida con los procesos mencionados anteriormente, esta consiste en un conjunto de puntos en el espacio tridimensional que representan la superficie del bien patrimonial. Cada punto en la nube de puntos tiene coordenadas (x, y, z) que indican su posición en el espacio tridimensional. Una vez obtenida la nube de puntos se debe realizar un proceso de filtrado y limpieza de la misma ya que los datos obtenidos pueden contener ruido o puntos dispersos. Es común aplicar filtros y técnicas de limpieza para eliminar o reducir estos desperfectos y obtener una representación más precisa del objeto o escena, también en el caso de la tecnología LiDAR se puede separar la capa vegetal obteniendo un modelo 3D de la superficie, posteriormente este modelo se puede manipular utilizando un software de modelado 3D.
3. **Reconstrucción virtual:** frecuentemente los sitios arqueológicos y los edificios patrimoniales se encuentran en ruinas o incompletos y en muchos casos no existen referencias de cómo estaban contruidos

exactamente, siendo necesario consultar a expertos, arqueólogos e historiadores, para poder interpretarlos correctamente y proceder a su reconstrucción virtual. Se trata de elaborar varias hipótesis de cómo pudo haber sido el bien patrimonial en el pasado, que se deben realizar con rigurosidad histórica y científica evitando las falsas interpretaciones. Los modelos tridimensionales obtenidos en la etapa anterior se deben completar mediante el modelado tridimensional usando software específico para este efecto, en la reconstrucción de sitios arqueológicos y edificios patrimoniales se puede trazar una escala de graduación que muestre la hipótesis reconstructiva que más consenso haya tenido luego de consultar a los expertos.

4. **Visualización mediante RV:** el modelo digital en tres dimensiones obtenido en las etapas anteriores se puede poner a disposición del público para su visualización en un entorno inmersivo de RV, sea en un museo o directamente en el sitio, de esta manera las personas pueden interactuar con los sitios arqueológicos, los artefactos o las edificaciones, de manera entretenida, facilitando la interpretación de los bienes patrimoniales. El tramo del Qhapaq Ñan comprendido entre Achupallas e Ingapirca objeto de este estudio es un sitio remoto de acceso restringido solamente a personas con ciertas condiciones físicas, debido a la altura sobre el nivel del mar y ubicación geográfica, por esta razón es importante hacer accesible este bien patrimonial mediante la tecnología de RV.

La virtualización del patrimonio arqueológico no solo tiene aplicaciones en la difusión y educación, sino que también se constituye en una herramienta valiosa para la conservación y preservación, ya que permite documentar digitalmente sitios antes de realizar excavaciones o restauraciones, y puede contribuir a la gestión sostenible de los recursos arqueológicos. Además, estas tecnologías pueden facilitar la colaboración entre arqueólogos, conservadores, y el público en general, promoviendo un mayor acceso y comprensión del patrimonio cultural. Posteriormente los modelos en tres dimensiones se pueden materializar mediante el uso de la impresión 3D.

La realidad virtual

Las aplicaciones de RV sumergen al usuario en un entorno generado por ordenador que simula la realidad mediante el uso de dispositivos interactivos, que envían y reciben información como: gafas, cascos, guantes y trajes especiales. En un formato típico de RV, un usuario lleva unas gafas con una pantalla estereoscópica y visualiza imágenes animadas de un entorno simulado. La ilusión de “estar allí” (telepresencia) se realiza mediante sensores que captan los movimientos del usuario y ajustan la vista en la pantalla en tiempo real, en el instante mismo en que se produce el movimiento. Por lo tanto, un usuario puede recorrer un conjunto simulado de habitaciones, experimentando puntos de vista y perspectivas cambiantes que están relacionados de manera convincente con sus propios giros y movimientos de cabeza. Usando guantes de datos equipados con dispositivos de retroalimentación de fuerza que brindan la sensación del tacto, el usuario puede incluso recoger y manipular objetos que ve en el entorno virtual (Enciclopedia Británica, 2020).

En la actualidad, varias empresas están invirtiendo en el desarrollo de sus propios sistemas de RV. El auge de los teléfonos inteligentes con pantallas de alta resolución y capacidades de procesamiento 3D ha permitido el desarrollo de dispositivos de RV más ligeros, baratos y accesibles para los usuarios. El software que se utiliza para desarrollar contenido de RV ha mejorado. Es más gráfico con una cantidad pequeña de codificación requerida, los usuarios con menos experiencia en programación y codificación son capaces de desarrollar contenido de RV usando diferentes plataformas (Sciencefocus, 2020).

La RV es una industria que se promociona a sí misma como creadora de “experiencias”, un pequeño error en una aplicación puede tener un efecto negativo en los visitantes. Para entender cómo y dónde la RV influirá en la experiencia del turista, se deben comprender las motivaciones del viaje y determinar el valor que las tecnologías de RV pueden aportar durante el recorrido, con el fin de crear aplicaciones significativas que mejoren la experiencia turística cultural, por lo que la información

contextual juega un papel clave en la definición y diseño del valor agregado de las aplicaciones de RV.

Al presentar el producto turístico, se debe considerar cómo este producto crea significado para el visitante, cómo se conecta con sus valores y le permite crear su propia versión de la experiencia. Aquí es donde el diseño centrado en el visitante es importante y en particular la empatía con el usuario, tener un nivel profundo de comprensión permite a los diseñadores de RV crear capas emocionalmente atractivas para mejorar la experiencia en los sitios de turismo cultural (Kouprie y Visser, 2009).

Los estudios en turismo generalmente se centran en cómo mejorar la experiencia del visitante, sin embargo, se debe tener en cuenta que la experiencia no se limita a las actividades y participación en el sitio arqueológico, sino que tiene un alcance más amplio antes y después, eso puede influir en la percepción general y en los recuerdos de los visitantes.

Dar a conocer los hallazgos arqueológicos al gran público es la etapa más significativa en el proceso de gestión del patrimonio, es importante facilitar a los usuarios el acceso a los bienes culturales. La difusión y la promoción son dos actividades de la gestión estrechamente relacionadas entre sí, la principal diferencia entre las dos radica en que la primera está asociada a educar y dar a conocer un legado, mientras que la segunda tiene un importante componente de marketing y pretende obtener recursos económicos para invertirlos en el propio bien.

La gestión del patrimonio

El patrimonio es un legado, y solo tiene valor en la medida en que es reconocido y tiene significado en la vida de un individuo, grupo o comunidad.

La gestión del patrimonio cultural se vierte en un proceso participativo construido en la cotidianeidad y de forma conjunta y abierta, a través de la interacción de diferentes actores que cooperan entre sí para dis-

frutar de ese patrimonio, y asegurar al mismo tiempo su transmisión a las generaciones futuras y su viabilidad en el tiempo. (Monsalve, 2011)

Bernárdez (2003) define a la gestión cultural como: “La administración de los recursos de una organización cultural con el objetivo de ofrecer un producto o servicio que llegue al mayor número de públicos o consumidores, procurándoles la máxima satisfacción”.

Los sitios arqueológicos son bienes culturales que deben ser administrados y gestionados de manera consciente, tanto desde la perspectiva de su protección y conservación como de su explotación, siempre tomando en cuenta que son únicos y no renovables. La gestión de los bienes culturales tiene como objetivo, el mismo que cualquier empresa pública o privada y es el de buscar un beneficio económico, que en el caso concreto de la gestión cultural debe contribuir a su propia conservación y se debe realizar con criterios de sostenibilidad y no de sobreexplotación.

Según Monsalve (2011):

El primer paso en la gestión del patrimonio es su identificación a través del registro, la catalogación y la construcción de inventarios, ya que es imposible poner en valor, difundir y sensibilizar sobre lo que no se conoce. Una vez identificadas aquellas expresiones tangibles e intangibles del patrimonio, que se pretenden salvaguardar por su valor cultural, social o económico, entonces es posible empezar a pensar cómo gestionarlas para lograr su salvaguarda y viabilidad.

Las características que priman en la gestión cultural son dos: la conservación o protección del bien y la exigida por la gestión para generar un beneficio, los bienes culturales procuran beneficio cultural y beneficio económico. Desde la antigüedad los bienes culturales han sido objeto de aprecio, han despertado la curiosidad y reclamado su conservación, pero estas tareas recaían en sus poseedores, que en gran medida eran las monarquías, la iglesia y los coleccionistas particulares.

Hay distintos modelos de gestión en relación con el tipo y objetivo de la organización, existen organizaciones dependientes de la administra-

ción pública como los gobiernos locales, las universidades y las empresas públicas. Otro tipo de administración es la que acoge una determinada organización tutelar institucional por medio de un patronato, junta o consejo. Por último, están los tipos de modelos de organización independiente no lucrativas y las empresas privadas unipersonales o constituidas en sociedad.

Es importante destacar que el Estado es el principal cliente tomando en cuenta que la cultura es un valor en alza en el denominado estado del bienestar. Sin embargo, dado que la perspectiva está cambiando, se hace necesaria una mayor eficacia en la gestión de lo público y un mayor protagonismo de la iniciativa privada. Esto es fundamental para que el patrimonio cultural siga cumpliendo su cometido en una sociedad democrática moderna. Este cometido exige servir a la memoria colectiva, contribuir a la educación de todos y proporcionar recursos a la industria cultural. Este enfoque es asumido y difundido por la comunidad europea e internacional y en diferentes documentos ponen de relieve la importancia de las actividades culturales para la sociedad y su potencial para la creación de empleo (García, 2014).

Caso de estudio

El Camino del Inca, también conocido como Qhapaq Ñan, es una extensa red de antiguos caminos preincaicos e incaicos de unos 30 000 kilómetros de extensión y que durante el siglo XV los incas los unificaron, con vistas a facilitar las comunicaciones, los transportes, el comercio y las estrategias militares, conecta diversos lugares importantes del vasto imperio incaico que en el pasado se conoció como Tawantinsuyu.

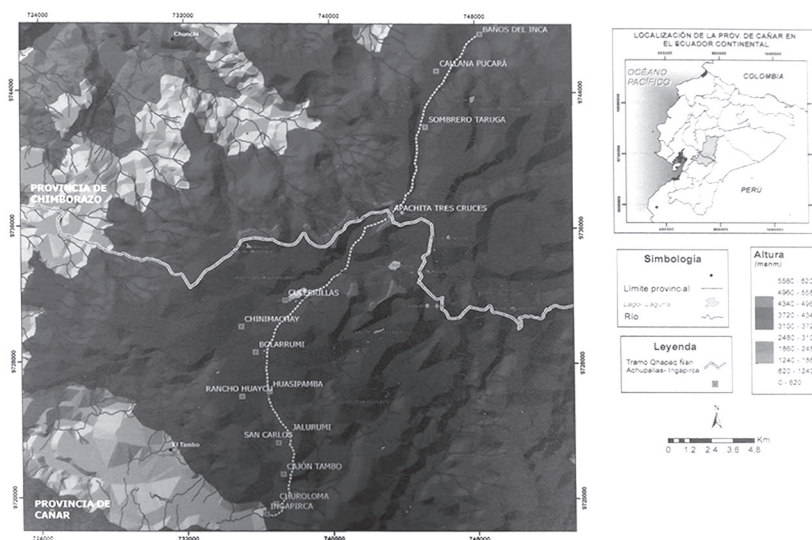
Este bien patrimonial fue inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO, en la categoría de Itinerario Cultural, el 21 de junio de 2014, durante la 38ª Reunión del Comité de Patrimonio Mundial de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

El nuevo sitio del patrimonio mundial, que consta de 274 componentes y se extiende a lo largo de más de 5000 kilómetros. Los componentes se han seleccionado para poner de relieve la importante función social y política de la red viaria; las obras maestras de arquitectura e ingeniería y las infraestructuras conexas dedicadas a las actividades mercantiles, el alojamiento y el almacenamiento de mercancías; y los sitios con un significado religioso. (UNESCO, 2023)

Al ser un bien patrimonial destacado es importante en primera instancia diagnosticar su estado de conservación principalmente en el tramo comprendido entre Achupallas e Ingapirca ubicado en la provincia de Cañar en el sur de Ecuador, mostrado en la figura 1, con el fin de promover su conservación y puesta en valor, además de hacerlo accesible mediante el uso de la realidad virtual.

Figura 1

Localización de sitios arqueológicos Incas relacionados con el Qhapaq Ñan



Nota. Mapa de la provincia del Cañar con el tramo del camino del Inca comprendido entre Ingapirca y Achupallas. Foto tomada del Museo Arqueológico de Ingapirca.

Para la reconstrucción virtual y su posterior visualización con realidad virtual se ha tomado el tramo que se encuentra a 500 m del costado derecho de la laguna de Culebrillas, mostrado en la figura 2, a una altitud de 4012 metros sobre el nivel del mar, ya que además en ese lugar se encuentra el sitio arqueológico de Paredones, que fue un antiguo tambo real inca, sitio de descanso de los antepasados que transitaban por ese lugar.

Figura 2

Laguna de culebrillas y sitio arqueológico de Paredones



Nota. El camino del Inca transcurre por el lado derecho de la laguna de Culebrillas, lugar donde también se encuentran las ruinas de Paredones.

Metodología

Como metodología se ha seguido el proceso de virtualización del patrimonio, que como se ha expuesto anteriormente consta de cuatro pasos:

1. Levantamiento de la información: se usó fotogrametría y escáner laser 3D.
2. Obtención del modelo 3D: se obtuvo un modelo en 3D a partir de una nube de puntos.
3. Reconstrucción virtual: se usó el programa de modelado 3D Blender.
4. Visualización mediante RV: en esta etapa se debe desarrollar una aplicación de RV.

Siguiendo con la metodología se realizó una primera exploración para levantar la información, de la cual se obtuvo una nube de puntos y a partir de esta un modelo tridimensional (figura 4). Como se puede evidenciar en la imagen, el sitio arqueológico se encuentra en ruinas por lo que a continuación se procedió a la reconstrucción virtual completándolo mediante modelado 3D, usando el programa de software libre Blender (Blender, 2024), para la reconstrucción se usaron fuentes históricas, así como fotografías de referencia de las ruinas (figura 5).

Figura 4

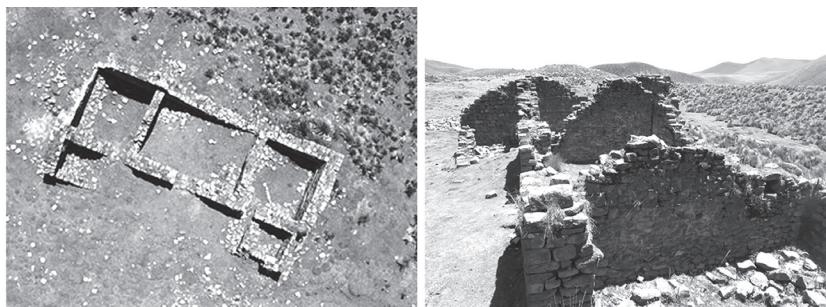
Levantamiento de la información y nube de puntos de las ruinas de Paredones



Nota. Se puede apreciar a la derecha de las ruinas de Paredones el trazado del camino del Inca.

Figura 5

Fotografías de referencia de las ruinas de Paredones

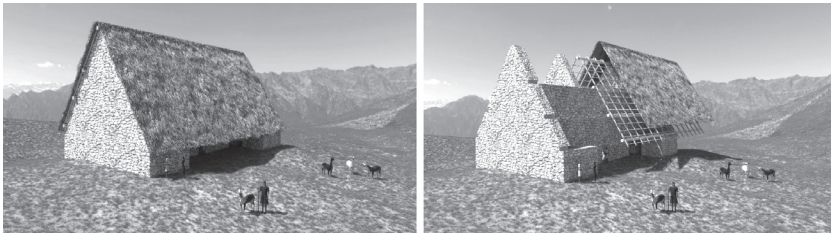


Resultados

Con base en la información anterior, se obtuvo la reconstrucción virtual del sitio arqueológico, como se muestra en la figura 6, y también se incorporaron modelos de llamas y reconstrucciones virtuales de los antiguos pobladores Cañaris.

Figura 6

Reconstrucción hipotética del tambo Inca de Paredones



Nota. Reconstrucciones virtuales realizadas con el programa de modelado 3D Blender.

Posteriormente se debe realizar una aplicación de RV para que las personas puedan visualizar este bien patrimonial reconstruido usando unas gafas para tal efecto. La aplicación final se desarrollará tomando como eje principal la Experiencia de Usuario (UX), que se puede definir en términos generales como el conjunto de percepciones, sensaciones y emociones que se producen como resultado de la interacción del usuario con un producto o servicio en un determinado contexto de uso (Cam-poverde-Durán y Garzón, 2022).

El diseño de la UX a menudo se usa indistintamente con términos como “diseño de la interfaz de usuario” y “usabilidad”. Sin embargo, si bien la usabilidad y el diseño de la interfaz de usuario (UI) son aspectos importantes del diseño de UX, son componentes o subconjuntos, el diseño de UX también cubre una amplia gama de otras disciplinas (IDF, 2019).

El método propuesto para el desarrollo de dichas aplicaciones es el Diseño de Experiencia de Usuario (UXD), un proceso compuesto por tres pasos que se suceden de forma secuencial e iterativa:

- **Idear:** el primero comienza por conocer el contexto y la problemática en cuestión, así como conocer a los usuarios finales; en esta etapa del proceso se plantean los objetivos e hipótesis para la solución.
- **Crear:** el segundo se centra en el diseño de soluciones y elaboración de prototipos para su posterior experimentación; su finalidad es analizar la interacción entre usuarios y productos en el contexto de uso.
- **Evaluar:** la tercera está relacionada con la evaluación de los resultados de la experimentación; una vez analizados los datos obtenidos se repite el proceso hasta encontrar la solución óptima para los usuarios, y así obtener un modelo incremental de innovación continua.

Conclusiones

Este trabajo de investigación muestra una parte del proceso de virtualización del Qhapaq Ñan y del sitio arqueológico de Paredones de Culebrillas. Hasta el momento se han realizado dos visitas al sitio de estudio, a manera de exploración y experimentación, siendo necesario realizar otra visita con el fin de obtener un modelo tridimensional de mayor calidad. Sin embargo, cabe resaltar que con la información obtenida hasta el momento se procedió a la reconstrucción virtual usando paralelos históricos y fotos de referencia. Posteriormente se debe desarrollar la aplicación de RV y ponerla a disposición de los usuarios, posiblemente en el museo del sitio arqueológico de Ingapirca en la provincia del Cañar y en el de Pumapungo en la provincia del Azuay.

Referencias bibliográficas

- Bernárdez, J., (2003). *La profesión de la gestión cultural: definiciones y retos*. Repositorio del Observatorio Latinoamericano de Gestión Cultural. <https://bit.ly/3SFkMpW>
- Blender (2023, 15 de noviembre) Página web para descarga del software de modelado 3D <https://www.blender.org/>
- Campoverde-Durán, R. y Garzón-Vera, B. (2022). *Mixed reality: evaluation of the user experience to improve the interpretation of the archaeological heritage*. Springer, https://doi.org/10.1007/978-981-19-6347-6_48

- Enciclopedia Británica (2023, 21 de diciembre). Virtual Reality. Enciclopedia Británica (UK) <https://bit.ly/4cgvpX9>
- García, M., (2014, 10 de noviembre). Gestión del Patrimonio Cultural. <https://bit.ly/4dcqdoB>
- IDF. (2019, 18 de diciembre de 2023). Interaction Design Foundation. The Definition of Interaction Design. <https://bit.ly/4fxqF25>
- Kouprie, M. y Visser, F., (2009). A framework for empathy in design: Stepping into and out of the user's life. *Journal of Engineering Design*, 20(5), 437-448. <https://doi.org/10.1080/09544820902875033>
- López-Menchero, V., Grande, A., (2011). Hacia una Carta Internacional de Arqueología Virtual. El Borrador SEAV. *Virtual Archaeology Review*, 2(4), 71-75. <https://bit.ly/3AeEOB7>
- Monsalve, L. (2011). Gestión del Patrimonio Cultural y Cooperación Internacional. *Cuadernos de Cooperación para el Desarrollo*, 6. Medellín, Colombia. Escuela Latinoamericana de Cooperación y Desarrollo.
- Reilly, P., (1990). Towards a virtual archaeology. pp.133-139. Oxford, British *Archaeological Reports, INT Series*, 565. <https://bit.ly/3SEYoNm>
- Rivero, P., (2011). La arqueología virtual como fuente de materiales para el aula. *Revista Íber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*. 68, 17-24. <https://bit.ly/4fzETj8>
- Sciencefocus, (2020, 16 de diciembre de 2023). The history of virtual reality <https://bit.ly/3WzFdWp>
- UNESCO, (2023, 22 de diciembre). Qhapaq Ñan - Sistema vial andino. <https://whc.unesco.org/es/list/1459>

<https://doi.org/10.17163/abyaups.78.569>

Sistema de monitoreo de Bienes Patrimoniales IoT. Un caso piloto en el centro histórico de Cuenca, Ecuador

Juan-Carlos Cobos-Torres
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca (Ecuador)
juan.cobos@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8153-8379>

María del Cisne Aguirre Ullauri
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca (Ecuador)
maguirreu@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3179-7839>

Darío Humberto Cobos Torres
Universidad de las Américas, Quito (Ecuador)
dario.cobos@udla.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-9589-7633>

Introducción

La conservación de bienes culturales se ha centrado tradicionalmente en la protección y restauración de monumentos y edificios existentes, pero hoy el desafío de proyectar el uso y disfrute efectivo del patrimonio cultural se centra en la conservación impulsando estrategias de seguimiento y mantenimiento, la llamada conservación preventiva (Ortega-Ordaz y Ortega-Ordaz, 2020). Estos conceptos no son nuevos, desde la Carta de Atenas (ICOMOS, 2011) continuando con la Carta de Venecia (ICOMOS, 1965) o la Carta de Burra (Nallely y Nava, 1979), se pueden

recoger diferentes reflexiones y orientaciones en temas de mantenimiento y monitoreo. Esto ha llevado al Comité del Patrimonio Mundial a prestar especial atención a los procedimientos de gestión del patrimonio. Por lo tanto, se ha convertido en una prioridad para organizaciones como UNESCO, ICOMOS, ICCROM y varios estados a nivel mundial el tomar medidas para fortalecer el control, monitoreo de cambios físicos en el tiempo, así como desarrollar estrategias de conservación.

Estos esfuerzos se reflejan en el establecimiento de procesos de seguimiento periódico y receptivo. Sin embargo, con la inclusión de sitios naturales, culturales y mixtos en la Lista del Patrimonio Mundial (LPM), los problemas de gestión se han intensificado (Van Balen, 2009). Esta situación es aún más grave para diversos asentamientos a nivel mundial donde las condiciones territoriales son de alto riesgo geológico, por ejemplo, o en otros casos por la debilidad institucional, desarrollo tecnológico deficiente, presupuestos anuales limitados, así como decisiones complejas de gestión y gobernanza.

En 2003, ICOMOS desarrolló el documento denominado “Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico”, el cual se caracteriza por una conexión conceptual con los principios de la medicina preventiva definida por cuatro fases: 1) análisis, 2) diagnóstico, 3) tratamiento y, 4) control. Estas etapas del ciclo promueven la búsqueda de datos e información relevante, personalizar las causas de los daños y deterioro, seleccionar medidas correctivas y verificar la efectividad de las intervenciones (Van Balen, 2009). En este sentido, cada etapa requiere información integral sobre elementos del patrimonio cultural que puedan estudiarse a diferentes escalas.

A su vez, el desarrollo de iniciativas tecnológicas construidas desde la interdisciplinariedad brinda oportunidades para la gestión de bienes patrimoniales en ciudades de relevancia mundial como Cuenca o Quito, cuyo acervo edilicio es diverso y complejo. De hecho, la investigación y las aplicaciones tecnológicas en patrimonio cultural y arquitectura han avanzado mucho en las últimas décadas. Casos importantes en todo el

mundo han revelado los mismos problemas con la protección de activos, el acceso democrático, la difusión y la protección integral. Campiani *et al.* (2019) expone mediante un enfoque cuantitativo-cualitativo la factibilidad técnica de captar el deterioro de las características de los muros del complejo ubicado en Catalhöyük (Turquía) a lo largo del tiempo. Utilizan datos multitemporales de fuentes ambientales recopilados mediante el registrador TinyTag, se trata de una serie de registradores de datos que permiten controlar aspectos como la temperatura, el consumo de energía y los niveles de CO₂.

De igual manera, Campiani *et al.* (2019a) en otro estudio sobre evaluación cualitativa de la vulnerabilidad de muros de adobe y detección de cambios físicos en la superficie a través de la comparación de nubes de puntos obtenidas con escaneo láser, evidencia la construcción de mapas climáticos espacio-temporales de distribución de temperatura, humedad y vulnerabilidad utilizando el método de interpolación ponderada por distancia inversa (IDW). Tal como lo definen los autores, hay lugares donde se descubren vulnerabilidades en ciertos activos, así como los beneficios del uso de la tecnología para identificar tratamientos preventivos y correctivos, que a su vez están vinculados a programas de monitoreo para una mayor eficiencia. Otra variable que se suma al panorama anterior es la evaluación de riesgo y vulnerabilidad del patrimonio cultural. Este describe principalmente la incidencia ambiental sobre objetos particulares (Vidal *et al.*, 2019; Rovella *et al.*, 2021). En las investigaciones de Campiani *et al.* (2019b), Galán Huertos y Bernabé González (2006), Ortiz *et al.* (2014) y Ortiz y Ortiz (2016) se confirma la incidencia directa de las variables ambientales sobre la conservación a escala individual y territorial.

Adicionalmente, es interesante observar tanto el entorno exterior como el interior. Žarnić *et al.* (2015) dentro del proyecto europeo Cultural Heritage Identity Card exponen que, los factores ambientales a largo plazo generan un gran impacto en el patrimonio cultural, pero que, a su vez, está dado por su interacción y acción conjunta, más que por factores puntuales y acciones aisladas. En el caso particular de edificios religiosos,

Maksimović y Cosović (2019) afirmaron que estos edificios deben conservarse el mayor tiempo posible, porque en sí y las ricas colecciones que contienen representan una riqueza irremplazable, apoyan la preservación de las costumbres y pueden estimular el crecimiento económico. Por lo cual recomiendan la utilización e implementación de tecnologías, servicios de información y comunicación con una estructura unificada y principios de diseño tipo IoT (Internet de las Cosas) a fin de monitorear su estado. Propuesta similar ha sido planteada por Mesas-Carrascosa *et al.* (2016a) quienes mediante 15 estaciones de microclima dentro y fuera del edificio lo monitorean. En ambos casos, y en el del complejo de Catalhöyük (Turquía), los intereses de seguimiento se centran en campos estructurales, deterioro superficial y parámetros de temperatura y humedad, reflejando estudios sobre la presencia de CO₂ en el medio ambiente como factores determinantes del uso y disfrute del espacio.

Finalmente, en el caso del Ecuador, destacan múltiples esfuerzos INPC (2013); Arizaga (1999); Valeria *et al.* (2015); Rueda (2014); Heras *et al.* (2018); Carvajal y Heras (2020), quienes desde referentes niveles profesionales y de competencias legal, posicionan la necesidad de la identificación de lesiones, valoración del riesgo y vulnerabilidad como componentes de conservación patrimonial, pese a ello, el máximo aporte ha sido la colocación de seguridad electrónica como cámaras, sensores y sistemas de alarma de intrusión (Cortés Aguirre *et al.*, 2019).

Pese a lo previo, el interés de la conservación de bienes patrimoniales, no se enmarca en actuar solo cuando este presenta deterioros que deben ser reparados, a consecuencia de eventos naturales, condiciones medio ambientales o por el uso cotidiano del mismo. En este caso, la medición científica de un grupo significativo de variables permitirá entender el comportamiento de sus elementos constructivos y estructurales; y así definir, antes de que sea evidente el daño, las estrategias y acciones a implementar para garantizar su conservación. Por lo cual en esta investigación se buscó desarrollar e implementar tecnología de monitoreo no invasiva para un bien patrimonial de Cuenca-Ecuador. Estos sistemas de

monitoreo permitirán la generación de estudios de intervención y conservación preventiva arquitectónica, así como de ingeniería estructural de la edificación patrimonial llamada iglesia de El Sagrario o Catedral Vieja.

Estado del arte

Al igual que la arquitectura, la ingeniería civil puede enfocarse en el monitoreo de la salud estructural de templos y estructuras patrimoniales en general. Esta actividad puede realizarse mediante la utilización de sensores interconectados a través de IoT con lo cual, se puede llegar a proyectar el comportamiento estructural ante diferentes niveles de amenaza. La instrumentación sísmica de edificios ha llegado a establecerse en las últimas décadas como una de las formas más efectivas para validar los procedimientos de diseño y evaluar la seguridad sísmica de construcciones con características peculiares, tales como las iglesias. Estos, al ser monumentos históricos que representan la riqueza cultural del país, procedimientos de mantenimiento y conservación, actividades que en su mayor parte se han centrado en la detección de daños apreciables a simple vista y su reparación, ya sea estética o en algunos casos incluso estructural.

Según Aguilar Carboney *et al.* (2020), en las iglesias antiguas que analizó, los elementos más vulnerables y que presentaron los mayores daños, fueron los campanarios, bóvedas y cúpulas. También mencionan que en casos particulares el colapso se debió a una mala calidad de la mampostería o al deterioro de la misma, pero otros problemas tuvieron que ver con intervenciones anteriores, principalmente con elementos de hormigón.

Por su parte, Uva *et al.* (2019) propusieron un estudio sobre macroelementos y el proceso de jerarquía analítica para las antiguas iglesias de mampostería, ya que estas estructuras representan una tipología arquitectónica particularmente vulnerable. La experiencia adquirida progresivamente durante las observaciones posteriores al terremoto ha señalado patrones de daños recurrentes, y los principales mecanismos de falla se pueden identificar al observar por separado los diferentes macroelementos

arquitectónicos. Para ello, propusieron un sistema de información compuesto por una plataforma informática y un dispositivo móvil dedicado a la adquisición de datos, soportado por la tecnología IoT.

De igual manera, Fosca *et al.* (2019) presentan un estudio realizado en Perú, mediante el cual proponen una herramienta de visualización de monitoreo remoto utilizando aplicaciones simples y confiables disponibles en el mercado, y permitir el acceso a estos datos desde cualquier dispositivo electrónico con conexión a internet a través de la plataforma web. La herramienta desarrollada se utiliza para monitorear la iglesia de San Juan Bautista de Huaro, logrando recolectar información en tiempo real sobre frecuencias modales, amortiguamiento, aceleraciones máximas y media cuadrática RMS (*Root Mean Square*) máximo, que son relevantes para comprender la “salud” de la estructura.

Uno de los estudios más importantes realizados dentro del programa de rehabilitación de la Catedral de Ciudad de México fue el monitoreo del movimiento del terreno y la correspondiente respuesta estructural ante la ocurrencia de un evento sísmico a través de una red de acelerómetros instalados en el año 2000. El arreglo inicial incluía nueve instrumentos instalados en el techo, la base y una de las torres, además, otro acelerómetro fue instalado en campo libre, a 20 m de distancia del templo. Aunque el número y la posición de los sensores han sido modificados con el paso de los años, la red de instrumentación sísmica no ha dejado de registrar eventos desde su instalación. Durante este periodo, docenas de eventos sísmicos de intensidad variable —de baja a moderada— han sido registrados. El propósito de la red sísmica es detectar cambios en las propiedades dinámicas de la estructura, los cuáles se podrían atribuir a un posible daño estructural que afecte la seguridad del edificio (Meli Piralla y Sánchez, 2001).

Según Pérez Cotrina (2017), los estudios realizados por la Red Sísmica del Austro, demuestran que el grado de daño estructural está vinculado a una aceleración pico del terreno (*peak ground acceleration*) PGA de 0.25g. Este daño está presente en estructuras de mampostería

no reforzada-hormigón armado, hasta el colapso, es decir, la falla total de la edificación. A partir de esto, toda rehabilitación arquitectónica de una edificación patrimonial gana importancia, pues no se trata de devolver o mantener el estado de la edificación, menos, el insertar elementos estructurales que alteren su valor intrínseco, sino por el contrario, se trata de ejecutar intervenciones que garanticen la integridad de la vida y permitan disminuir impactos en los bienes patrimoniales, ante la presencia de un movimiento sísmico.

La respuesta sísmica de los monumentos históricos presenta diferencias sustanciales respecto a la respuesta de los edificios modernos comunes. Estas diferencias se derivan de las distintas formas arquitectónicas y configuraciones estructurales de los edificios, y también del hecho que los materiales de los elementos estructurales de los edificios antiguos no tienen la suficiente capacidad para resistir los esfuerzos significativos producidos, lo que conduce a que no se pueda lograr continuidad adecuada entre los elementos, y da lugar a que se tengan mecanismos muy peculiares para absorber los efectos sísmicos (Alcántara, 2018). La interacción de estructuras extraordinariamente rígidas y masivas, como las de los edificios históricos, con suelos blandos y deformables como la arcilla, modifica sustancialmente las vibraciones inducidas por un sismo, mientras que para la mayor parte de los edificios modernos este efecto es de importancia mucho menor. Lo anterior hace que estos estudios y mediciones acerca del comportamiento sísmico sean de vital importancia en edificios patrimoniales como en el caso de la iglesia de El Sagrario o Catedral Vieja de Cuenca.

Desarrollo

Metodología

La problemática central que motivó a esta investigación fue el costo elevado de equipos de monitoreo licenciados, por lo mismo dentro del nivel investigativo aplicativo se diseñó y construyó estaciones de mo-

nitoreo ambiental y de vibraciones. Adicionalmente, enmarcándose en una investigación de tipo cuantitativo-longitudinal, se está cuantificando distintas variables de calidad de aire y vibraciones durante un periodo de tiempo de siete días.

En primer lugar, se realizó la revisión bibliográfica en bases de datos científicas, de calidad y confiables, como Scopus, Scielo y Web of Science, de diferentes tipos de artículos que contengan información sobre sistemas de monitoreo ambiental y vibracional existentes en la actualidad (artículos de los últimos cinco años), así como los diferentes tipos de agentes contaminantes que pueden afectar los bienes patrimoniales, todo esto con el objetivo de comprender y determinar el alcance de este proyecto de investigación.

Una vez determinada la lista de variables a ser monitorizadas, se seleccionó y adquirió los sensores electrónicos y electroquímicos necesarios para la construcción de las estaciones de monitoreo. Las variables que son monitorizadas, se pueden observar en la tabla 1. De igual manera, se realizó una primera determinación de los puntos a ser monitorizados en el bien patrimonial la iglesia El Sagrario.

Tabla 1

Lista de sensores seleccionados para cada variable a ser medida

Sensor	Variable	
MG-811	Dióxido de carbono	Ambiental Interior
DHT-22	Temperatura y humedad relativa	
KY-037	Sonido	
GP2Y1010AU0F	Material particulado	
VEML6070	Luz ultravioleta	
MG-811	Dióxido de carbono	Ambiente Exterior
MiCS-4514	Monóxido de carbono	
	Dióxido de Nitrógeno	

Sensor	Variable	
SEN0470	Dióxido de Azufre	
SEN0467	Sulfuro de Hidrógeno	
MQ131	Ozono	
DHT-22	Temperatura y humedad relativa	
KY-037	Sonido	
GP2Y1010AU0F	Material particulado	
VEML6070	Luz ultravioleta	
Pluviómetro	Precipitación	
Veleta	Dirección del viento	
Anemómetro	Velocidad del viento	
MPU9250	Aceleraciones	Vibracional

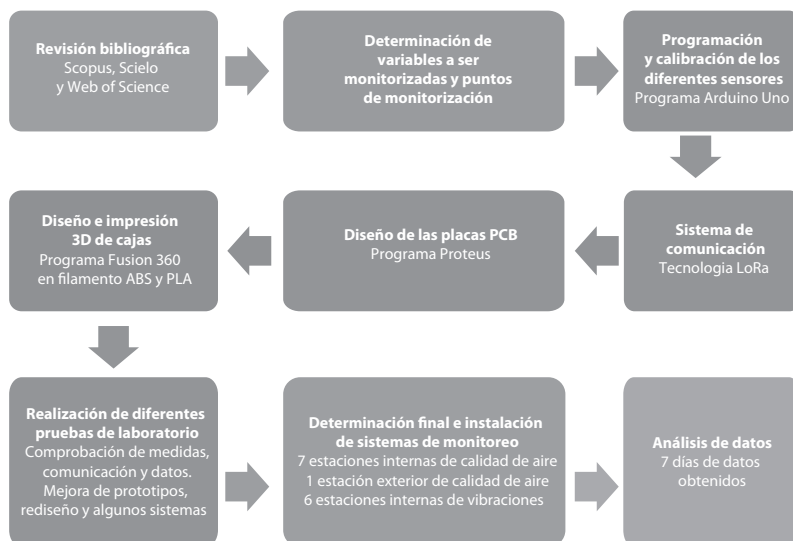
A continuación, por medio del software de programación para microcontroladores *Arduino Mega*, se procedió con la programación para el funcionamiento y calibración de los diferentes sensores para la respectiva medición de calidad de aire y vibración. Adicionalmente, se define el estándar para comunicación de los sistemas de monitoreo, hay que considerar que la iglesia El Sagrario es un bien patrimonial cuya nave central mide 40 x 15 metros y cuenta con capillas laterales. Adicionalmente, sus muros son de 60 cm o más al ser una construcción realizada en adobe en las paredes, ladrillo en la torre y piedras incásicas en el resto de su construcción, además cuenta con una cripta; por lo cual, se seleccionó el sistema de comunicación *LoRa* que es una tecnología ideal para conexiones a grandes distancias y para redes de IoT. Posteriormente, mediante el programa *Proteus* se realizó el diseño de las placas PCB y diseño del ruteado de pistas. También, se realizó el diseño 3D en el programa *Fusion 360* en filamento ABS y PLA de las diferentes cajas para los sistemas de monitoreo comprobando que cada una de las medidas sean exactas para su implementación.

Luego de haber desarrollado la programación de los sensores y diseño de los sistemas de monitoreo, se procedió físicamente con la impresión, ruteado de pistas, perforaciones de la placa PCB, soldadura de componentes electrónicos y la impresión 3D en ABS y PLA de las cajas de los sistemas de monitoreo de calidad de aire y vibración, respectivamente. Además, se realizaron pruebas de laboratorio para comprobar el funcionamiento.

Para la implementación de las cajas de los diferentes sistemas, se necesitó comprobar e identificar los diferentes puntos estratégicos del bien patrimonial, siendo definidas siete estaciones de monitoreo de calidad aire, seis estaciones de monitoreo de vibraciones y una estación de monitoreo exterior de calidad de aire. Asimismo, la respectiva instalación en los puntos donde son instalados los sistemas para un correcto funcionamiento y recopilación de información. Finalmente, una vez instalados los diferentes sistemas monitoreo, se pasó al respectivo análisis de datos preliminares que se recopilaron a lo largo del tiempo de una semana aproximadamente a través de la plataforma IoT *ThingSpeak*. A futuro y continuando con la investigación, se espera realizar un análisis exhaustivo y completo que permita tomar medidas de mantenimiento y conservación del bien patrimonial. El proceso realizado, se esquematiza en la figura 2.

Resultados iniciales

Los resultados obtenidos se detallan según los pasos seguidos para la implantación del sistema de monitoreo de la iglesia de El Sagrario. Así, luego de la revisión bibliográfica y determinación de variables a ser monitorizadas se procedió a la adquisición de los sensores, lo cual fue un reto. Ecuador es un país no privilegiado y la tecnología es difícil de obtener en las tiendas locales. Algunos sensores tuvieron que ser adquiridos en el extranjero. Por otro lado, en una visita *in situ* se determinó la ubicación y el número preliminar de puntos de monitorización (tabla 2).

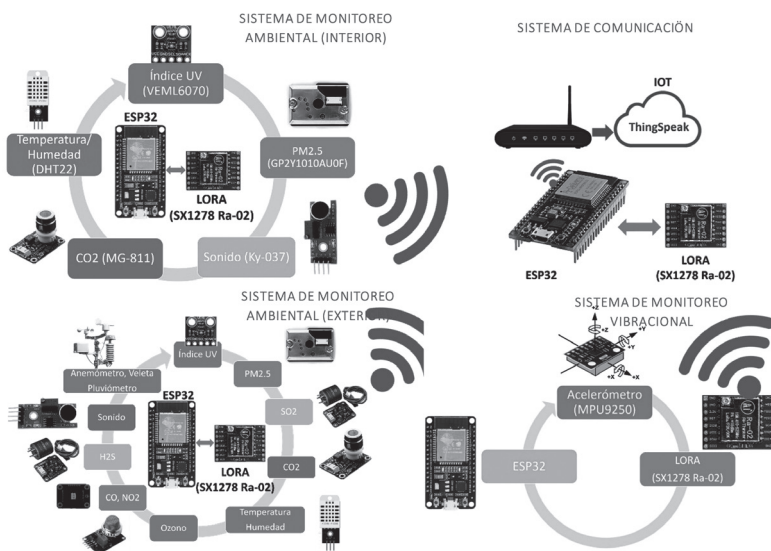
Figura 2*Detalle de los pasos seguidos para el monitoreo de la iglesia El Sagrario***Tabla 2***Detalle de ubicación de sistemas de monitoreo instalados*

Tipo de Estación	Ubicación	Cantidad
Ambiental Interior	Altar	1
	Nave central	2
	Capillas	4 (1 por capilla)
Ambiental Exterior	Campanario	1
Vibracionales	Arco Altar	1
	Arco Presbiterio	1
	Columna Nave central	1
	Acceso principal	1
	Cripta	1
	Campanario	1

Continuando con el diseño, se bosquejó cada sistema de monitoreo con su respectivo sistema de comunicación (figura 3). El primer sistema de monitoreo ambiental fue diseñado para el interior de la iglesia, compuesto por un microcontrolador, al cual se conecta los sensores de radiación UV, material particulado, sonido, dióxido de carbono, temperatura y humedad; adicionalmente, se conecta a un módulo *LoRa* para la comunicación. El segundo sistema de monitoreo ambiental fue diseñado para el exterior de la iglesia, con los mismos componentes que la estación interior más sensores de dióxido de azufre, ozono, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, sulfuro de hidrogeno, anemómetro, veleta y pluviómetro. El tercer sistema de monitoreo vibracional fue diseñado con un microcontrolador, un acelerómetro de tri-axial y un módulo *LoRa*. Finalmente, el cuarto sistema de comunicación fue diseñado con un microcontrolador, un módulo *LoRa* y un *router*. Este sistema recibe la información de todos los otros sistemas y los envía a la nube, a la plataforma IoT *ThingSpeak*.

Figura 3

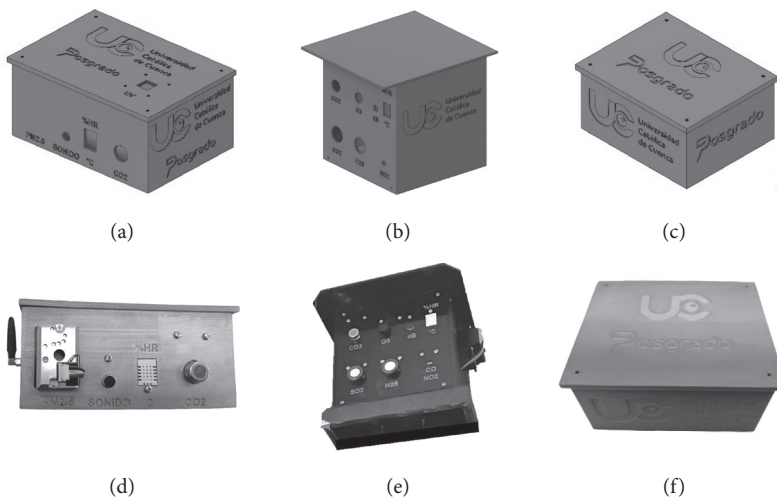
Esquematación de los sistemas de monitoreo diseñados



De manera paralela, se diseñó e imprimió los circuitos impresos PCBs y las cajas que contienen los sensores. Para esto, se consideró los espacios disponibles y se trató de usar colores no invasivos con los ambientes del bien patrimonial (figura 5).

Figura 5

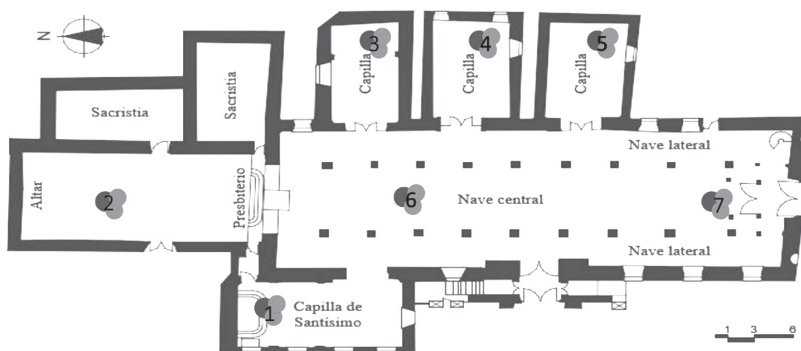
Diseños de cajas de monitoreo: a) ambiental interior, b) ambiental exterior, c) vibracional; impresiones: d) ambiental interior, e) ambiental exterior, f) vibracional



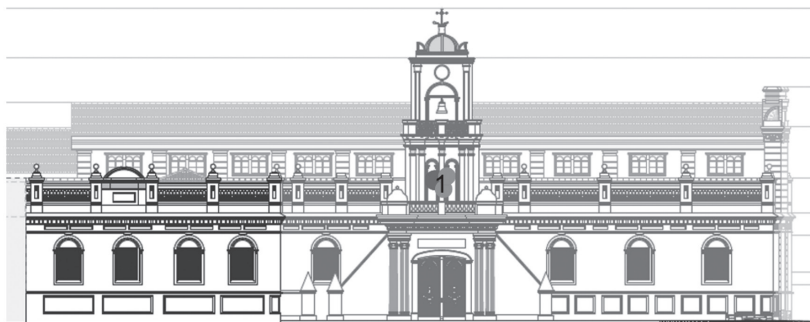
También se realizaron diferentes pruebas de laboratorio comprobando las mediciones y envío de datos a la nube. Con los equipos listos, se procedió a la determinación final e instalación de sistemas de monitoreo. Se estableció necesario colocar siete estaciones internas de calidad de aire, una estación exterior de calidad de aire y seis estaciones internas de vibraciones; su distribución se muestra en la figura 6, mientras que su implementación se evidencia en la figura 7.

Figura 6

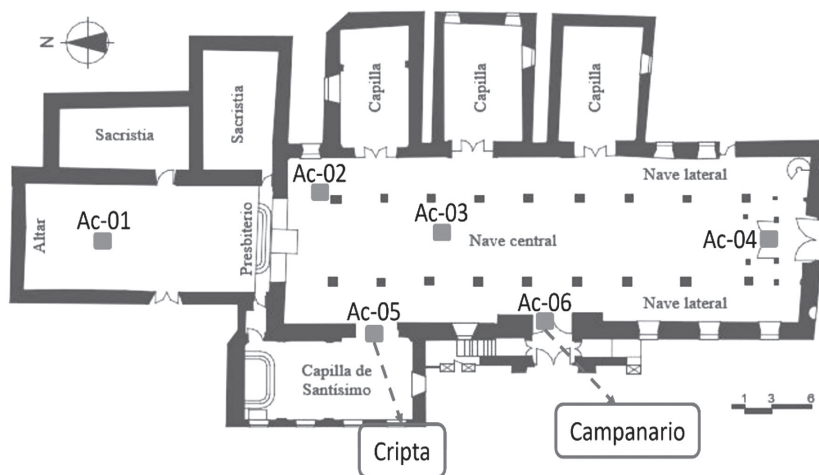
Ubicación de los puntos de monitoreo de la iglesia El Sagrario, detalle de sistemas ambientales: a) Planta baja, b) Fachada lateral; detalle de sistemas vibracionales: c) Planta baja, d) Fachada lateral



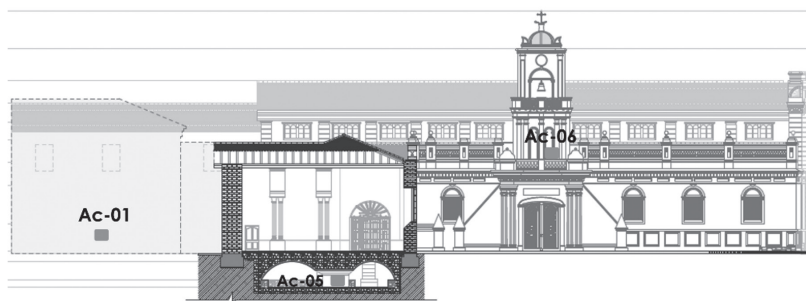
(a)



(b)



(c)



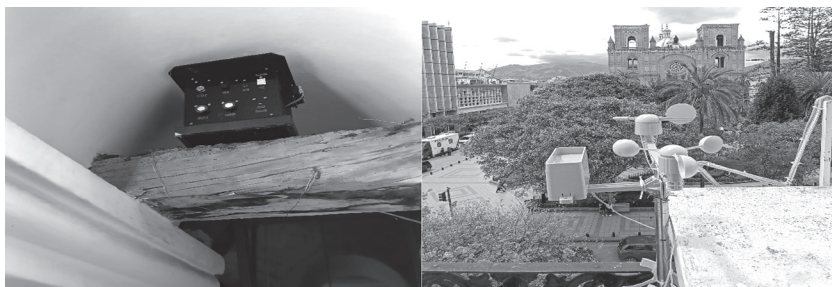
(d)

Figura 7

Estaciones de calidad de aire y vibración instaladas en: a) Estaciones de calidad aire instaladas en las capillas, b) Estación de calidad de aire instalada en el campanario, c) Estaciones de monitoreo de vibración instaladas en la cripta y en la columna de la nave central



(a)



(b)



(c)

Finalmente se detalla un análisis de algunos datos obtenidos durante una semana de monitoreo. Como se puede observar en la figura 8a, el Material Particulado medido por la Estación 2 y Estación 3 durante los siete días tiene un promedio de 9.021 y 7.568 ppm, respectivamente. De igual manera, en la figura 8b se puede observar que, la Estación 2 y Estación 4 tienen un promedio de 58.146 y 52.831 dB, respectivamente, en relación con la potencia acústica. Además, se observa en la Estación 1 una media de 40.170 pero con una desviación estándar de 4.014. En la figura 8c de temperatura se puede observar que la Estación 1, Estación 5 y Estación 6 tienen las medias más altas de temperatura ambiental con 17.127, 17.380 y 17.212 °C.

Por otro lado, la humedad registrada por las estaciones es similar; la Estación 2 captó la máxima media con 53.365 %, mientras que la Estación 6 la mínima media con 49.690 %, ver figura 8d. En cuanto, a las concentraciones de CO₂ captadas por las estaciones se puede observar que la Estación 4 y Estación 5 tienen la media más elevada de CO₂ con 519.520 y 466.616 ppm, ver figura 8e. Finalmente, la radiación UV siempre se encuentra en valores cercanos a cero entre la Estación 1 a la Estación 5, ver figura 8f. Más detalles estadísticos, se pueden analizar en la tabla 3.

Figura 8

Representación de múltiples variables agrupadas por estaciones con diagramas de caja y bigotes con muescas para mediciones diarias en el interior de la iglesia El Sagrario: a) Material Particulado 2.5, b) Potencia Acústica, c) Temperatura, d) Humedad Relativa, e) Concentración de CO_2 y f) Índice UV

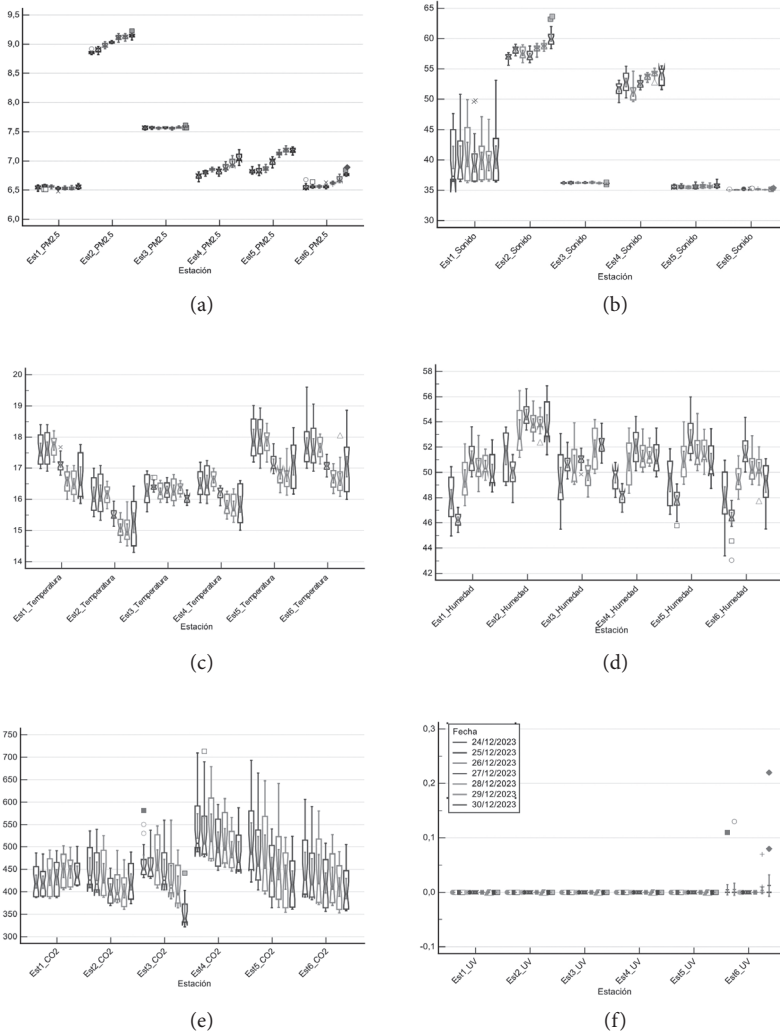


Tabla 3

Estadística resumen de estaciones interiores: mínimo, máximo, media, mediana, desviación estándar, percentiles

	Est1_PM	Est2_PM	Est3_PM	Est4_PM	Est5_PM	Est6_PM
N	168	168	159	168	168	168
Mínimo	6.480	8.820	7.530	6.640	6.750	6.500
Máximo	6.610	9.230	7.610	7.190	7.260	6.890
Media	6.544	9.021	7.568	6.876	6.999	6.615
Mediana	6.545	9.030	7.570	6.850	7.000	6.590
SD	0.03040	0.1088	0.01698	0.1103	0.1575	0.08504
25 - 75 P	6.520 a 6.570	8.930 a 9.120	7.560 a 7.580	6.800 a 6.930	6.845 a 7.150	6.550 a 6.650
	Est1_Son	Est2_Son	Est3_Son	Est4_Son	Est5_Son	Est6_Son
N	168	168	159	168	168	168
Mínimo	36.250	55.610	35.930	49.450	35.190	35.020
Máximo	53.120	63.610	36.460	55.500	36.810	35.380
Media	40.170	58.146	36.202	52.831	35.607	35.094
Mediana	39.895	58.150	36.200	52.975	35.605	35.080
SD	4.0143	1.2993	0.1088	1.5118	0.2914	0.05444
25 - 75 P	36.690 a 43.050	57.285 a 58.825	36.120 a 36.280	51.780 a 54.115	35.350 a 35.820	35.060 a 35.110

	Est1_Tem	Est2_Tem	Est3_Tem	Est4_Tem	Est5_Tem	Est6_Tem
N	168	168	159	168	168	168
Mínimo	15.870	14.300	15.600	15.010	16.140	16.000
Máximo	18.400	17.090	16.910	17.240	19.010	19.600
Media	17.127	15.629	16.297	16.199	17.380	17.212
Mediana	17.100	15.565	16.300	16.215	17.305	17.140
SD	0.6581	0.6843	0.3029	0.5257	0.7156	0.6616
25 - 75 P	16.690 a 17.620	15.145 a 16.100	16.070 a 16.510	15.880 a 16.550	16.870 a 17.875	16.820 a 17.665
	Est1_Hum	Est2_Hum	Est3_Hum	Est4_Hum	Est5_Hum	Est6_Hum
N	168	168	159	168	168	168
Mínimo	44.970	47.610	45.490	46.840	45.790	43.030
Máximo	53.620	56.870	54.180	54.430	55.990	54.360
Media	49.438	53.004	50.730	50.633	50.713	49.347
Mediana	49.805	53.365	50.700	50.645	50.990	49.690
SD	2.0439	2.0358	1.6512	1.6825	2.0542	2.0440
25 - 75 P	48.110 a 50.875	51.710 a 54.435	49.872 a 51.633	49.505 a 51.920	49.285 a 52.050	47.820 a 50.760

	Est1_CO ₂	Est2_CO ₂	Est3_CO ₂	Est4_CO ₂	Est5_CO ₂	Est6_CO ₂
N	168	168	159	168	168	168
Mínimo	385.540	360.940	322.380	446.030	354.660	353.170
Máximo	502.790	539.350	580.850	713.260	693.150	606.420
Media	435.177	426.465	441.599	519.520	466.616	431.784
Mediana	433.060	415.980	437.290	499.995	455.075	412.610
SD	36.2259	45.9270	55.2525	62.2859	79.3615	63.6208
25 - 75 P	405.015 a 466.025	389.580 a 458.445	405.122 a 474.440	469.435 a 565.645	399.650 a 516.675	377.400 a 478.970
	Est1_UV	Est2_UV	Est3_UV	Est4_UV	Est5_UV	Est6_UV
N	168	168	159	168	168	168
Mínimo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Máximo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.220
Media	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00369
Mediana	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SD	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.02276
25 - 75 P	0.000 a 0.000	0.000 a 0.000	0.000 a 0.000	0.000 a 0.000	0.000 a 0.000	0.000 a 0.000

En cuanto a la Estación exterior, se puede ver en la figura 9a que los días 29 y 30 se presenta 6.158 y 6.199 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado. En la figura 9b el día 26 se tiene una media de 54.504 dB. De manera similar, entre los días 28 y 30 se notan los máximos de Temperatura con 19.402, 20.443 y 21.997 $^{\circ}\text{C}$ (ver figura 9c). De igual manera, los días 26 y 27 se registran los días con mayor Humedad Relativa con una media de 76.555 y 75.353% (ver figura 9d). Así mismo, el día 26 se tiene el máximo de Concentración de CO_2 y CO (figura 9e y figura 9f) con un promedio de 452.060 y 0.618 ppm, respectivamente. Las concentraciones de O_3 y NO, no tienen mayores fluctuaciones, ver ver figura 9g y figura 9h. Para más información estadística referirse a la tabla 4.

Figura 9

Diagramas de caja y bigotes con muescas para mediciones diarias en el exterior de la iglesia El Sagrario: a) Material Particulado 2.5, b) Potencia Acústica, c) Temperatura, d) Humedad Relativa, e) Concentración de CO_2 y f) Concentración de CO, g) Concentración de O_3 y h) Concentración de NO_2

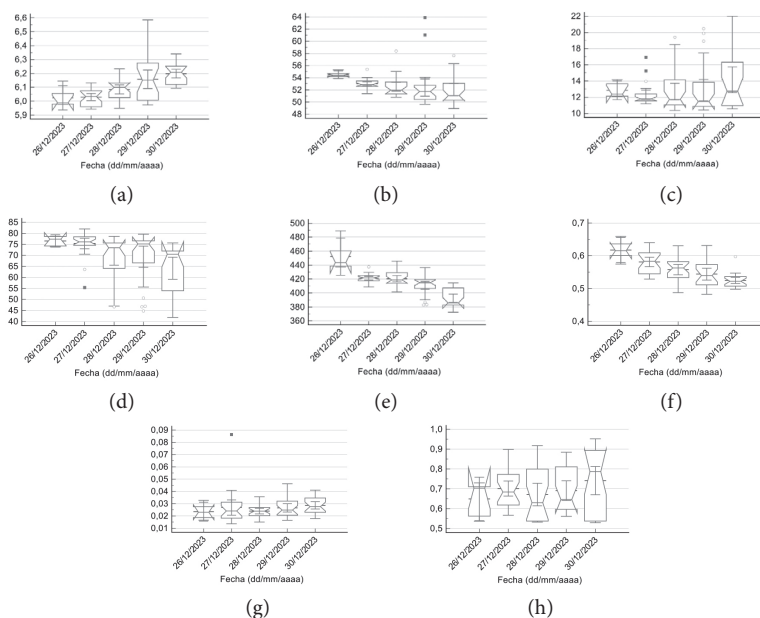


Tabla 4
Estadística resumen de Estación Exterior: mínimo, máximo, media, mediana, desviación estándar, percentiles

	PM					SON				
Fecha	26/12/2023	27/12/2023	26/12/2023	27/12/2023	26/12/2023	27/12/2023	26/12/2023	27/12/2023	26/12/2023	27/12/2023
N	5	24	5	24	5	24	5	24	5	24
Mínimo	5.978	5.943	5.978	5.943	5.978	5.943	5.978	5.943	5.978	5.943
Máximo	6.144	6.132	6.144	6.132	6.144	6.132	6.144	6.132	6.144	6.132
Media	6.023	6.030	6.023	6.030	6.023	6.030	6.023	6.030	6.023	6.030
Mediana	5.988	6.033	5.988	6.033	5.988	6.033	5.988	6.033	5.988	6.033
SD	0.07032	0.06281	0.07032	0.06281	0.07032	0.06281	0.07032	0.06281	0.07032	0.06281
25 - 75 P	5.979 a 6.057	5.960 a 6.076	5.979 a 6.057	5.960 a 6.076	5.979 a 6.057	5.960 a 6.076	5.979 a 6.057	5.960 a 6.076	5.979 a 6.057	5.960 a 6.076

	TEM				HUM					
Fecha	26/12/2023	27/12/2023	28/12/2023	29/12/2023	30/12/2023	26/12/2023	27/12/2023	28/12/2023	29/12/2023	30/12/2023
N	5	24	24	24	24	5	24	24	24	24
Mínimo	12.087	11.165	10.362	10.409	10.552	73.877	55.434	46.665	44.763	41.819
Máximo	14.184	16.934	19.402	20.443	21.997	78.675	81.972	78.614	79.602	75.640
Media	12.850	12.290	12.683	12.866	14.161	76.555	75.353	69.517	69.367	64.158
Mediana	12.369	11.793	11.727	11.456	12.742	77.331	76.111	73.410	75.158	70.499
SD	0.9286	1.3408	2.4578	3.1851	3.7757	2.2794	5.6582	9.4223	11.3308	11.8454
25 - 75 P	12.135 a 13.638	11.533 a 12.396	11.035 a 14.145	10.855 a 13.823	10.954 a 16.310	74.259 a 78.549	74.546 a 78.428	64.103 a 75.617	66.598 a 76.562	53.949 a 71.972

	CO ₂					CO				
Fecha	26/12/2023	27/12/2023	28/12/2023	29/12/2023	30/12/2023	26/12/2023	27/12/2023	28/12/2023	29/12/2023	30/12/2023
N	5	24	24	24	24	5	24	24	24	24
Mínimo	437.136	408.531	401.454	382.931	372.523	0.575	0.529	0.487	0.482	0.498
Máximo	489.271	437.488	445.816	436.603	414.302	0.659	0.640	0.631	0.631	0.597
Media	452.060	421.143	420.355	410.946	392.491	0.618	0.581	0.558	0.544	0.525
Mediana	443.754	421.449	418.684	414.708	385.914	0.616	0.583	0.563	0.540	0.522
SD	21.4680	6.2621	10.9950	13.5339	14.0336	0.03061	0.03456	0.03743	0.04310	0.02140
25 - 75 P	438.668 a 460.537	417.443 a 424.795	413.838 a 429.352	406.462 a 419.116	382.736 a 407.170	0.601 a 0.636	0.545 a 0.609	0.534 a 0.582	0.511 a 0.573	0.507 a 0.537

N02										
Fecha	26/12/2023	27/12/2023	28/12/2023	29/12/2023	30/12/2023	26/12/2023	27/12/2023	28/12/2023	29/12/2023	30/12/2023
N	5	24	24	24	24	5	24	24	24	24
Mínimo	0.0166	0.0136	0.0151	0.0165	0.0179	0.537	0.567	0.532	0.561	0.529
Máximo	0.0327	0.0863	0.0357	0.0463	0.0410	0.730	0.899	0.918	0.884	0.952
Media	0.0235	0.0269	0.0240	0.0266	0.0287	0.649	0.701	0.671	0.691	0.741
Mediana	0.0231	0.0241	0.0240	0.0248	0.0276	0.703	0.684	0.630	0.646	0.786
SD	0.006212	0.01481	0.005533	0.007960	0.007136	0.08817	0.09026	0.1345	0.1171	0.1678
25 - 75 P	0.0187 a 0.0275	0.0183 a 0.0313	0.0202 a 0.0269	0.0207 a 0.0321	0.0230 a 0.0347	0.563 a 0.710	0.618 a 0.773	0.537 a 0.799	0.597 a 0.811	0.538 a 0.894

Finalmente, en la figura 10, se puede observar el registro de una Estación 1 de monitoreo vibracional. Se presenta las aceleraciones en los tres ejes; no existe ningún movimiento representativo, por lo cual no se presentan todas las figuras. Adicionalmente, se puede observar el análisis estadístico en la tabla 5.

Figura 10

Representación multilínea de las aceleraciones registradas por la Estación 1 de Vibraciones

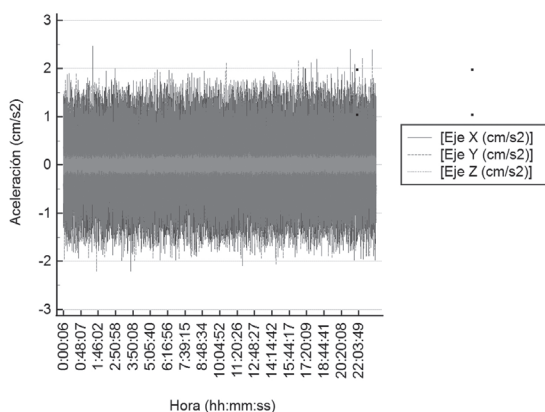


Tabla 5

Estadística resumen de Estación 1 de Vibraciones: mínimo, máximo, media, desviación estándar, percentiles

	Eje X	Eje Y	Eje Z
N	413916	413916	413916
Mínimo	-2.217	-2.207	-0.335
Máximo	2.473	2.400	0.276
Media	-0.0175	-0.00188	-0.000208
SD	0.4880	0.5082	0.06687
25 - 75 P	-0.347 a 0.313	-0.345 a 0.342	-0.0451 a 0.0449

Análisis y discusión

Es importante destacar que conocer el clima interior en los edificios patrimoniales es fundamental para su adecuada conservación y sostenibilidad. En países de primer mundo, los sistemas de monitoreo son cada vez más frecuentes, lo cual no sucede en países menos favorecidos ya que, este monitoreo conlleva a un alto costo asociado con los sistemas comerciales o licenciados. A esto se suma, los problemas de manejo de equipo, soporte técnico, falta de flexibilidad en la programación y adaptabilidad de los sistemas a ciertas características únicas de cada bien patrimonial.

Con base en esto, en España se desarrollaron 15 estaciones de microclima con hardware de código abierto, las cuales se colocaron en la Mezquita-Catedral de Córdoba; se buscó evaluar el comportamiento de la temperatura interior y la humedad relativa en relación con las condiciones climáticas exteriores, el horario de atención al público y el diseño interior (Mesas-Carrascosa *et al.*, 2016b). El número de estaciones se corresponde con el tamaño del edificio (130 m x 50 m), mientras que, en el caso piloto, la iglesia de El Sagrario, el tamaño es significativamente menor (40 m x 15 m), haciendo que el número de estaciones utilizadas en esta investigación sea menor.

Por otro lado, el monitoreo a largo plazo de los parámetros ambientales es de interés en términos de conservación preventiva y reducción de los costos de futuras intervenciones. Es importante destacar que, existen estudios para la monitorización de los microclimas dentro de los bienes patrimoniales, como el realizado por Varas-Muriel y Fort (2018) en la iglesia de Nuestra Señora de la Asunción de Madrid. El edificio al emplazarse en un territorio sujeto a cuatro estaciones usa sistemas de calefacción y refrigeración para garantizar el confort de los visitantes, los cuales, a su vez, pueden poner en peligro los bienes patrimoniales al calentar o enfriar únicamente las zonas de baja o sobre ocupación en los distintos momentos del año. Esto no sucede en la iglesia de El Sagrario, ya que Cuenca goza, prácticamente todo el año de un clima primaveral cuya temperatura promedio es 12.4 °C (Climate-data, 2022). Pese a ello,

es importante realizar el monitoreo, ya que existen épocas de sobreocupación como la reciente exposición del denominado Pesebre más grande de Latinoamérica (Marín, 2023), entre el 20 de octubre y el 21 de enero de 2024, el cual congregó 98 288 visitantes.

Un trabajo similar realizado por Silva *et al.* (2020) presenta un conjunto de prototipos basados en la tecnología Arduino para medir temperatura, humedad relativa y ventilación interior de una iglesia declarada como Patrimonio de la Humanidad, el Monasterio de los Jerónimos de Lisboa (Portugal). Esta investigación buscaba reducir los costos de monitorización de los edificios patrimoniales, sin comprometer la robustez de los sistemas de monitoreo. Paralelamente, se abordaron cuestiones relacionadas con la importancia de calibrar los sensores, lo cual es un gran reto, la frecuencia de registro, la duración de los periodos de monitoreo y la ubicación de los sensores. La evaluación del clima interior se realizó a partir de análisis estadístico y gráfico para caracterizar el clima típico en el interior del edificio y el CO₂.

Muchos estudios se centran en la monitorización de datos, pero no consideran los sistemas de almacenamiento o comunicación. Así, Ni *et al.* (2021) indican que, el monitoreo del ambiente interior de los edificios históricos ayuda a la identificación de riesgos potenciales, proporcionando pautas para mejorar su mantenimiento regular y preservación. Sin embargo, la mayoría de los sistemas de monitoreo existentes propuestos para edificios históricos no son para fines generales, el gran problema de los sistemas licenciados. Además, el monitoreo es un proceso a largo plazo que exige un sistema recursos informáticos y de almacenamiento estables y escalables. Por lo mismo, recomiendan la utilización de la arquitectura de la Internet de las cosas, la cual se evidencia en el presente trabajo.

Con respecto a los datos obtenidos en el caso de la iglesia de El Sagrario se puede observar que los niveles de material particulado (figura 9a y tabla 4, subsección PM) tienen diferencias de concentración entre un espacio y otro, debido a la forma de movimiento del aire entre las puertas de acceso, lo que causa un desplazamiento del material particulado a los

espacios que se encuentran lejanos o tangenciales a estos accesos, como es el caso del Altar de la Capilla; entre los accesos se generan un corredor de ventilación al momento de abrir las puertas. En este sentido, es necesario evaluar la necesidad de definir condiciones de ventilación en espacios que se mantengan abiertos al momento de abrir las puertas. En las mediciones del exterior, no se evidencian niveles mayores a los $20\mu\text{g}/\text{m}^3$, máximo recomendado por la OMS (2006), pero en espacios interiores es importante continuar con el seguimiento para identificar cambios súbitos de niveles que puedan ser causados por eventos naturales o antrópicos.

En el caso del nivel de ruido (figura 9b y tabla 4, subsección SON) en las estaciones de las Capillas se debe considerar que se está superando los 55dB (sin incluir el tiempo de exposición), recomendados por la OMS (Vivanco Font, 2022). A su vez, en las mediciones de la estación exterior es incluir la polución sonora; como se observa, un día se alcanzó 54dB, lo que hace necesario identificar cuál es la fuente que causó este nivel de ruido, ya que la exposición constante y prolongada a niveles mayores a los 55dB (sin considerar tiempo de exposición) a largo plazo puede generar pérdida de audición en las personas.

En el caso de las concentraciones de humedad (figura 9d y tabla 4, subsección HUM) se evidencia que, en el Altar y Nave Central sobre pasa los máximos recomendados por la (EPA, 2016) del 50 %, por lo que existe el riesgo de generación de hongos debido a la condensación de agua en el ambiente; esto afecta a mediano y largo plazo a los acabados y, dependiendo al tiempo de exposición, también a la salud de sus ocupantes. Para mitigar los riesgos que presentan estos niveles de humedad, es necesario definir sistemas de ventilación que se activen conjuntamente con la apertura de las puertas, y en el caso de que la iglesia de El Sagrario esté cerrada, considerar la necesidad de un sistema de ventilación secuencial programada conforme la época del año. En el exterior se registra humedad superior al 50 %, lo que significa riesgo de generación de hongos, por lo que es recomendable la protección de elementos constructivos de madera y tierra.

Finalmente, las concentraciones marcadas en ambientes interiores y en el exterior de CO_2 (figura 9e y tabla 4, subsección CO_2), hasta el momento están enmarcados en estándares admisibles, ya que se recomienda por parte de Occupational Safety and Health Administration, OSHA, que no superen las 700 ppm en espacios interiores que cuenten con capacidad reducida o nula de personas, y que no sea mayor a 1000 ppm en caso de alta concentración de personas (GSS, 2013). Por su parte, la temperatura (figura 9c y tabla 4, subsección TEM) en los ambientes se puede considerar estable, debido a la poca variación que existen entre las mediciones, pese a ello, a futuro es importante verificar si estas variaciones también son constantes cuando están abiertas las puertas de acceso, con niveles de concentración de personas y de acuerdo con la época del año.

Conclusiones y recomendaciones

Se presentó el desarrollo de un sistema para monitorizar las variables ambientales y vibracionales en edificios patrimoniales mediante el uso de IoT. Como una primera experiencia ha sido instalado en la iglesia de El Sagrario de Cuenca. Las características del sistema, como los bajos costes de adquisición y la facilidad de personalización, pueden eliminar los obstáculos asociados a los sistemas licenciados. La información descrita en el presente trabajo muestra el comportamiento de los diferentes espacios de este bien patrimonial por el lapso de una semana, pero deja abierta la puerta a investigaciones en curso para ver las afecciones que sufre el bien inmueble por ocupación o cambios de usos para los cuales fue construida. Es importante presentar estudios que permitan relacionar las condiciones climáticas exteriores e internas. Además, de realizar un seguimiento de posibles problemas ya detectados y cómo estos están evolucionando con base en la información obtenida.

Los resultados de estas técnicas han revelado cómo los parámetros Humedad Relativa y Temperatura tienen un patrón de comportamiento particular. Las zonas más cercanas a las puertas presentan menor temperatura y humedad, a medida que se aproxima al interior, estos paráme-

tros aumentan. Además, estas diferencias son mayores cuando el edificio patrimonial está abierto a los visitantes. Una vez cerrado, se reducen. También se observó que las condiciones climáticas exteriores influyen directamente en las condiciones interiores y son más pronunciadas en las áreas más cercanas a la salida. Por ejemplo, la concentración de Material Particulado medido por la Estación 2 debe ser analizado, pues la capilla se encuentra al costado de un corredor hacia el área administrativa y el flujo de aire podría estar causando la elevación en las concentraciones. Todo el sistema se ha desarrollado utilizando plataforma DiY y software abierto.

En el futuro se podrán instalar nuevos sensores para medir otras variables, como concentración de SO_2 en el aire, CO , entre otros, y su relación con el volumen de visitantes, para lo cual se desea realizar un sistema automático para establecer el nivel de ocupación del bien patrimonial mediante técnicas de visión artificial.

Agradecimientos

Esta investigación se realizó como parte del trabajo del grupo de investigación “Sistemas Embebidos y Visión Artificial en Ciencias Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA)” dentro del proyecto de investigación titulado “Evaluación y Monitoreo de Bienes Inmuebles Patrimoniales IoT. Etapa 1” perteneciente al Laboratorio de Robótica, Automatización, Sistemas Inteligentes y Embebidos (RobLab) de la Universidad Católica de Cuenca.

Referencias bibliográficas

- Aguilar Carboney, J. A., González Herrera, R., Guerrero Juárez, V. y Jara Díaz, M. (2020). Comportamiento de templos coloniales en el sismo del 7 de septiembre de 2017 en Chiapas. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 102(102), 26-41. <https://doi.org/10.18867/ris.102.502>
- Alcántara, M. (2018). *Arte y patrimonio cultural*. 1-100. https://doi.org/10.14201/0aq0251_3

- Arizaga, D. (1999). El patrimonio cultural en los procesos de descentralización. *Revista Ciudad Alternativa*, 14, 155.
- Campiani, A., Lingle, A. y Lercari, N. (2019a). Analysis and Heritage Conservation: Leveraging 3-D Data and GIS for Monitoring Earthen Spatial Analysis and Heritage Conservation: Leveraging 3-D Data and GIS for Monitoring Earthen Architecture Corresponding author. *Journal of Cultural Heritage*. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.02.011>
- Campiani, A., Lingle, A. y Lercari, N. (2019b). Spatial analysis and heritage conservation: Leveraging 3-D data and GIS for monitoring earthen architecture. *Journal of Cultural Heritage*, 39, 166-176. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.02.011>
- Climate-data. (2022). *Clima CUENCA: Temperatura, Climograma y Tabla climática para CUENCA*. <https://bit.ly/4dezXln>
- Enfoque, U. (2014). Propuesta de Mapa de Riesgos de Bienes Patrimoniales Inmuebles expuestos a Amenazas de Origen natural (Heritage Assets Exposed to Natural Hazards. A Risk Map Proposal). *Enfoque UTE*, 5(1), 30-48.
- EPA. (2016). *Guía para el Control de la Humedad en el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Edificaciones*. <https://bit.ly/4fD71ll>
- Fosca, D., Pórcel, P., Zonno, G., Castañeda, B. y Aguilar, R. (2019). Implementation of a Web Platform to Present Real Time Dynamic Monitoring Data from Heritage Structures. En *RILEM Bookseries*, 18, 2245-2253). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99441-3_241
- Galán Huertos, E., Bernabé González, J. (2006). La aplicación de la Evaluación de Impacto Ambiental en el Patrimonio Monumental y el Desarrollo Sostenible de las Ciudades. *Revista de Enseñanza Universitaria: Vol. Extraordin* (pp. 123-140).
- GSS. (2013). *Environmental Monitoring Solutions*. www.epa.gov/iaq
- ICOMOS. (1965). Carta Internacional sobre la Conservación y la Restauración de Monumentos y Sitios (Carta De Venecia 1964). *International Council on Monuments and Sites*.
- ICOMOS. (2011, noviembre 1). *The Athens Charter for the Restoration of Historic Monuments - 1931 - International Council on Monuments and Sites*. The Athens Charter for the Restoration of Historic Monuments-1931. <https://bit.ly/46ACMHH>
- INPC. (2013). Guía metodológica para la salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial. En *Cimarronesperuorg* (Vol. 27).
- Maksimović, M. y Cosović, M. (2019, mayo 16). Preservation of Cultural Heritage Sites using IoT. *2019 18th International Symposium INFOTEH-*

- JAHORINA, INFOTEH 2019 - *Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/INFOTEH.2019.8717658>
- Marín, J. (2023, septiembre 22). Cuenca reclama tener el pesebre “más grande de Latinoamérica”. *Expreso*. <https://bit.ly/3WWixRu>
- Mesas-Carrascosa, F. J., Verdú Santano, D., de Larriva, J. E. M., Ortiz Cordero, R., Hidalgo Fernández, R. E. y García-Ferrer, A. (2016a). Monitoring heritage buildings with open source hardware sensors: A case study of the mosque-cathedral of Córdoba. *Sensors (Switzerland)*, 16(10), 1620. <https://doi.org/10.3390/s16101620>
- Mesas-Carrascosa, F. J., Verdú Santano, D., de Larriva, J. E. M., Ortiz Cordero, R., Hidalgo Fernández, R. E. y García-Ferrer, A. (2016b). Monitoring heritage buildings with open source hardware sensors: a case study of the Mosque-Cathedral of Córdoba. *Sensors* 2016, 16(10), 1620. <https://doi.org/10.3390/S16101620>
- Nallely, B. y Nava, Z. (1979). Carta de Burra: Carta para la Conservación de Lugares de Valor Cultural. (1979). «*Patrimonio*»: *Economía Cultural y Educación para la Paz (MEC-EDUPAZ)*, 1(1), 190-197. <https://doi.org/10.22201/FPSI.20074778E.1.1.1.30708>
- Ni, Z., Liu, Y., Karlsson, M. y Gong, S. (2021). A sensing system based on public cloud to monitor indoor environment of historic buildings. *Sensors* 2021, 21(16), 5266. <https://doi.org/10.3390/S21165266>
- OMS. (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*.
- Ortega-Ordaz, A. A. y Ortega-Ordaz, A. A. (2020). Technoheritage 2019, TechnArt 2019, AIC 47 TH Annual Meeting: la conservación en México en perspectiva con el mundo. *Intervención (México DF)*, 11(21), 328-348. <https://doi.org/10.30763/INTERVENCION.230.V1N21.09.2020>
- Ortiz, P., Antunez, V., Martín, J. M., Ortiz, R., Vázquez, M. A. y Galán, E. (2014). Approach to environmental risk analysis for the main monuments in a historical city. *Journal of Cultural Heritage*, 15(4), 432-440. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2013.07.009>
- Ortiz, R. y Ortiz, P. (2016). Vulnerability index: a new approach for preventive conservation of monuments. *International Journal of Architectural Heritage*, 10(8), 1078-1100. <https://doi.org/10.1080/15583058.2016.1186758>
- Perez Cotrina, D. (2017). Facultad de Ingeniería Facultad de Ingeniería. *Ucv*, 358.
- Rovella, N., Aly, N., Comite, V., Randazzo, L., Fermo, P., Barca, D., Álvarez de Buer-go, M. y La Russa, M. F. (2021). The environmental impact of air pollution

- on the built heritage of historic Cairo (Egypt). *Science of the Total Environment*, 764, 142905. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142905>
- Silva, H. E., Coelho, G. B. A. y Henriques, F. M. A. (2020). Climate monitoring in World Heritage List buildings with low-cost data loggers: The case of the Jerónimos Monastery in Lisbon (Portugal). *Journal of Building Engineering*, 28, 101029. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2019.101029>
- Uva, G., Sangiorgio, V., Ruggieri, S. y Fatiguso, F. (2019). Structural vulnerability assessment of masonry churches supported by user-reported data and modern Internet of Things (IoT). *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 131, 183-192. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.08.014>
- Valeria, C., Zapata, A., Fernanda, G., Bernal, O., Palacios, D. M., Martha, M. y León, V. P. (2015). *Aplicación de la Metodología*. (Tesis previa a la obtención del Título de Arquitecto). Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- Van Balen, K. (2009). *Conservación Preventiva en el contexto internacional de la red PRECOM3OS*. II Encuentro PRECOM3OS Seminario Taller de Tecnologías y Restauración de Obras en Tierra.
- Varas-Muriel, M. J. y Fort, R. (2018). Microclimatic monitoring in an historic church fitted with modern heating: Implications for the preventive conservation of its cultural heritage. *Building and Environment*, 145, 290-307. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2018.08.060>
- Vidal, F., Vicente, R. y Mendes Silva, J. (2019). Review of environmental and air pollution impacts on built heritage: 10 questions on corrosion and soiling effects for urban intervention. *Journal of Cultural Heritage*, 37, 273-295. Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.11.006>
- Vivanco Font, E. (2022). *Regulación de ruido ambiental*.
- Žarnić, R., Rajčić, V. y Skordaki, N. (2015). A contribution to the built heritage environmental impact assessment. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2(5W3), 389-394. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-5-W3-389-2015>

<https://doi.org/10.17163/abyaups.78.570>

Modelos ART-RISK 1 y ART-RISK 3: propuesta de implementación en el caso de Cuenca, Ecuador

María del Cisne Aguirre Ullauri

Universidad Católica de Cuenca, Cuenca (Ecuador)

maguirreu@ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3179-7839>

Michelle López Suscal

Universidad Católica de Cuenca, Cuenca (Ecuador)

mishilopez14@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7425-8897>

Mónica Moreno Falcón

Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)

mmorfal@upo.es

<https://orcid.org/0000-0003-1178-1546>

Rocío Ortiz Calderón

Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)

rortcal@upo.es

<https://orcid.org/0000-0002-0249-8821>

Pilar Ortiz Calderón

Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)

mportcal@upo.es

<https://orcid.org/0000-0002-8547-7531>

Introducción

La preservación de las ciudades históricas se ha convertido en un tema de suma importancia, impulsado por la creciente demanda de una sociedad que valora y protege su patrimonio mientras busca asegurar un futuro para su pasado, así como entender y contextualizar su historia.

En la actualidad, las ciudades han experimentado transformaciones significativas, al igual que su patrimonio y su población. Como entidades orgánicas que se han desarrollado a lo largo de diferentes períodos de tiempo, las ciudades históricas han seguido principalmente las reglas impuestas por la evolución humana (Glez-Valcárcel, 1981). Este proceso de crecimiento, densificación y desarrollo histórico no solo ha tenido impactos en los recursos ambientales y urbanos, sino también en las áreas rurales, la salud, la calidad de vida y los aspectos socioeconómicos y culturales (Junta de Andalucía *et al.*, 2016).

La necesidad de conservar va más allá de la nostalgia que predominaba en los siglos XIX y XX (Turner, 2007), tiempos marcados por devastadores eventos catastróficos. No es que tales eventos hayan cesado, sino que se han podido mitigar en cierta medida, aunque su impacto ahora recae en otros actores, especialmente ambientales y antropogénicos. Por ejemplo, la presencia de partículas contaminantes, la acidez del agua de lluvia o los gases de combustión de vehículos, que moldean y revelan rasgos formales conforme al ritmo contemporáneo. Cambios en la dinámica urbana, como la presencia de compuestos como NO₂, SO₂, CO y otros, agravan el deterioro estético, constructivo y ambiental de los centros históricos en diferentes niveles y en situaciones extremas, representan un riesgo para la seguridad estructural y decorativa de los bienes patrimoniales (Días Pereira y Mateus, 2015). Desde una perspectiva económica, los efectos acumulativos y progresivos de estos nuevos factores de riesgo sobre los bienes patrimoniales pueden llegar a ser igual de costosos que los provocados por los desastres naturales o la actividad bélica.

En esta lógica, la gestión del riesgo que afronta el patrimonio arquitectónico de la ciudad histórica ya no puede ser entendida como una

temática propia solo de la Arquitectura o el Urbanismo. Al representar las ciudades ecosistemas complejos, otras ciencias toman presencia desde niveles muy específicos y sofisticados. Así, encontrar soluciones a los riesgos que deben afrontarse, requiere de la integración de los conocimientos individuales de un grupo interdisciplinar de expertos muy diversos. Al margen de esta reflexión, la conservación del patrimonio en situaciones de alto riesgo ha sido conducida frecuentemente por el modo *apagafuegos* (Adams, 1995). Algunos autores han señalado como se realizan grandes esfuerzos para la restauración de edificaciones, sin tener en cuenta los factores que han motivado su deterioro ni asignar recursos suficientes para establecer barreras contra las causas subyacentes (Fernández *et al.*, 2013). En otras palabras, es necesario tomar conciencia de la importancia de analizar conjuntamente los factores de riesgo y vulnerabilidad de una ciudad histórica para superar las barreras que existen en la conservación del patrimonio con un enfoque cognitivo gradual (Carlessi y Kluzer, 2015).

Para afrontar este desafío, este capítulo de libro expone la experiencia adquirida durante el proyecto “Los materiales en el estudio histórico constructivo y ambiental de los conjuntos históricos. El caso de Cuenca” (PICODS21-32), en la adaptación y uso de las herramientas Art-Risk 1.0 y Art-Risk 3.0, elaborados en la Universidad Pablo de Olavide (Sevilla, España), con el fin de facilitar la evaluación y el análisis del riesgo en entornos patrimoniales.

Los resultados obtenidos invitan a reflexionar acerca de las dificultades y ventajas de disponer de un modelo integral para la gestión del riesgo en los bienes culturales arquitectónicos del centro histórico de Cuenca. Un entorno que se caracteriza por enfrentar riesgos derivados de desastres naturales, acciones humanas, prácticas antisociales y factores ambientales que, si bien son reconocidos, no se abordan de manera efectiva debido a limitaciones en capacidades de desarrollo e implementación de sistemas de monitoreo y respuesta, así como a la escasez de recursos técnicos, normativos, financieros y administrativos (Aguirre Ullauri, 2021).

Desarrollo del proyecto

La gestión de riesgos en los bienes culturales arquitectónicos a escala internacional y nacional

A nivel internacional, la conservación de los sitios culturales tradicionalmente ha tenido un enfoque centrado en la restauración de los monumentos y edificaciones existentes. Sin embargo, en la actualidad, el desafío se centra en la preservación a través del fomento de estrategias de monitoreo y mantenimiento, lo que se conoce como Conservación Preventiva (Argudo *et al.*, 2015). Estos conceptos no son nuevos, desde la Carta de Atenas (1931) hasta la reciente Carta del Riesgo (2019) han sido formuladas diversas reflexiones y orientaciones acerca de la conservación preventiva (ICOMOS 1931; 1964; 1999; 2019). Esto ha llevado a que el Comité del Patrimonio Mundial y organismos como la UNESCO, ICOMOS, ICCROM y los Estados Parte hayan establecido diferentes medidas para fortalecer el diseño de estrategias para monitorear los factores externos a los bienes patrimoniales que afectan a su conservación. Estos esfuerzos se han reflejado en la implementación de procesos de monitoreo activo y periódico, que paulatinamente han ido incluyendo la gestión del riesgo. Sin embargo, con la inclusión de sitios naturales, culturales y mixtos en la Lista de Patrimonio Mundial, los desafíos para aplicar un enfoque centrado en la conservación preventiva y la gestión del riesgo han aumentado (Silva Pérez y Fernández Salinas, 2020).

En esta línea, hacia el año 2003, ICOMOS realiza la Carta de Principios para el Análisis, conservación y restauración estructural de la arquitectura patrimonial; cuya peculiaridad está en la asociación conceptual con los principios de la medicina preventiva determinada por cuatro etapas: Anamnesis; Diagnóstico, Terapia y Control; las cuales se corresponden con la búsqueda de datos e información significativa, la individualización de las causas de los daños y deterioro, la elección de las medidas correctivas y el control de la eficiencia de las intervenciones (ICOMOS, 2003). Como novedad, los efectos de eventos naturales se suman como factores deter-

minantes en el proceso de conservación de los centros históricos. Junto a esta carta, la adopción de métodos de evaluación como el Método ABC: un enfoque de gestión de riesgos para la preservación del patrimonio cultural (ICC & ICCROM, 2016), que hace uso de la norma ISO 31 000 (2009), subraya la importancia de considerar el contexto y los tipos de riesgos en la toma de decisiones para la conservación del patrimonio cultural.

Actualmente, la valoración de riesgo y vulnerabilidad del patrimonio cultural arquitectónico se ha constituido rápidamente en una prioridad mundial. Los estudios desarrollados se centran en el impacto ambiental del riesgo sobre objetos específicos de interés cultural (Ortiz *et al.*, 2014; Aguirre Ullauri *et al.*, 2019). Las investigaciones realizadas por Campiani *et al.* (2019), Galán Huertos *et al.* (2006), Ortiz *et al.* (2014), y Ortiz y Ortiz (2016) han confirmado la influencia directa de las variables ambientales en la conservación del patrimonio cultural a niveles individual y territorial. Los instrumentos y modelos propuestos por estos investigadores para analizar el riesgo tienen un punto de partida común, que se basa en la necesidad de integrar el juicio de los expertos con el uso de nuevas tecnologías para entender mejor el impacto del riesgo en los entornos patrimoniales, así como definir procedimientos sistemáticos para el seguimiento y control, y finalmente, en los requisitos para la implementación y viabilidad de las medidas planificadas (García Álvarez *et al.*, 2022).

La implementación de este tipo de enfoques es prioritaria en América del Sur, donde muchas de las edificaciones patrimoniales están situadas en economías en vías de desarrollo, lugares donde la conservación del patrimonio enfrenta diferentes tipos de amenazas, con presupuestos anuales limitados y donde las decisiones de manejo y gestión son complejas.

Por su parte, en el caso del Ecuador, cronológicamente destacan los aportes del INPC (2011a; 2011b), que desarrollaron guías de medidas preventivas para el manejo, la seguridad y la protección de los bienes culturales patrimoniales, como herramientas prácticas para prevenir el riesgo, controlar el uso (vulnerabilidad patrimonial) y consolidar la seguridad del patrimonio cultural (ámbito legal-jurídico). Dichas guías contienen

procedimientos didácticos para identificar el riesgo a partir del manejo de los bienes culturales, seguridad y protección, amenaza sísmica y erupciones volcánicas. También presentan estrategias prácticas para reducir el deterioro a través de medidas preventivas y acciones claras ante una emergencia a fin de proteger y mejorar el cuidado de la vida humana y de los bienes culturales patrimoniales. Además, establecen actividades de aplicación para garantizar la implementación de los conocimientos adquiridos en los contextos correspondientes. Por último, las guías proporcionan un glosario de términos, bibliografía y un directorio de servicios de emergencia para facilitar el trabajo interinstitucional.

Arizaga (2012), Argudo *et al.* (2015) y Rueda (2014) han destacado, desde diferentes ámbitos profesionales y competencias legales, la importancia de identificar lesiones en elementos y componentes arquitectónicos significativos, así como valorar el riesgo y la vulnerabilidad como recursos para la conservación del patrimonio, a pesar de que esto no ha sido una prioridad en la política pública nacional (Aguirre Ullauri, 2021). El máximo aporte en este sentido ha sido la instalación de medidas de seguridad electrónica, como cámaras, sensores y alarmas, en 300 contenedores patrimoniales y sistemas de alarma de intrusión, como parte de la implementación del Decreto Ejecutivo No. 816 (Cortés Aguirre *et al.*, 2019). Carvajal y Heras (2020) profundizan en la asociación entre la gestión de riesgos y la gestión del patrimonio moderno ecuatoriano, considerando las características intrínsecas de los bienes y su entorno, así como la gestión actual del bien en términos de ubicación. Finalmente, el INPC (2021) ha desarrollado un protocolo de actuación en situaciones de riesgo para el patrimonio cultural. Este protocolo tiene como objetivo organizar la respuesta institucional a nivel nacional y zonal ante situaciones de emergencia, desastre o catástrofe que afecten al patrimonio cultural ecuatoriano, a través de los Comités de Operaciones de Emergencia (COEs), que coordinan acciones para la reducción, respuesta y recuperación de emergencias, desastres y catástrofes.

En el ámbito particular de la relación patrimonio-implementación tecnológica los aportes son aún limitados. A pesar de ello, la identificación

de los componentes individuales y las áreas de conservación a través de la implementación de inventarios ha sido ampliamente aceptada como los principales logros. En el caso del centro histórico de Cuenca, se han realizado cuatro de estos inventarios, y esta dinámica continúa hasta la fecha. Ejercicios puntuales como el uso de técnicas de procesamiento de imágenes y la recopilación de datos con herramientas digitales se han aplicado para evaluar la conservación a nivel urbano con base en los valores patrimoniales y en el control requerido a largo plazo (Heras *et al.*, 2018). Otras propuestas incluyen la aplicación del método de clasificación supervisada denominado Máquinas de Vectores de Soporte (SVM, por sus siglas en inglés) para determinar los elementos patrimoniales a monitorear a escala territorial (Heras *et al.*, 2019). Así, el interés en la conservación de los bienes patrimoniales no se limita a actuar solo cuando presentan deterioro que requiere reparación, ya sea debido a eventos naturales, condiciones ambientales o uso cotidiano.

De este modo, la importancia de los centros históricos en Ecuador es ampliamente reconocida y su Valor Universal Excepcional (VUE) es innegable. Su reconocimiento como sistemas complejos ha permitido la identificación de múltiples variables de riesgo y la construcción de conceptos clave, como el de paisaje urbano histórico, que ha transformado nuestra comprensión de los centros históricos. Sin embargo, abordar los diversos riesgos que enfrentan en la actualidad, incluido el proceso de gentrificación y la planificación urbana dispersa, requiere nuevos esfuerzos y modelos que permitan a los especialistas operar a escala territorial. Encontrar soluciones a estas problemáticas externas es crucial para minimizar el deterioro físico de los bienes patrimoniales, proteger la salud de sus ocupantes y promover una conservación sostenible (Aguirre Ullauri, 2021).

Investigaciones llevadas a cabo para evaluar el modelo y herramientas Art-Risk

En el contexto expuesto, este proyecto partió con la idea de aprovechar el conocimiento y la experiencia acumulados en el ámbito del

estudio del riesgo en patrimonio cultural por otros investigadores, así como disponer de herramientas que permitan una mejor planificación y gestión de la conservación del patrimonio cultural y una mayor preparación para hacer frente a posibles amenazas en el futuro.

El modelo de análisis seleccionado para validar su uso en Ecuador fue el modelo Art-Risk, que ofrece diferentes herramientas que tienen como objetivo principal conocer los riesgos y peligros presentes en el entorno y evaluar la vulnerabilidad del patrimonio cultural (Ortiz *et al.*, 2014; Ortiz y Ortiz, 2016; Moreno *et al.*, 2022; Moreno *et al.*, 2023).

Si bien Art-Risk es un modelo que diseña herramientas especialmente pensadas para la conservación preventiva del patrimonio presente en los centros históricos españoles, actualmente estas herramientas han sido adaptadas y validadas para su uso en otros contextos y tipologías de bienes patrimoniales. A modo de ejemplo, Prieto *et al.* (2020) llevaron a cabo un análisis de vulnerabilidad multi-escenario utilizando el modelo de predicción basado en métodos lógicos difusos (Art-Risk 3.0) para edificios patrimoniales en América del Sur, utilizando como caso de estudio el centro histórico de Popayán (Colombia). En su estudio, adaptaron la metodología propuesta por Art-Risk 3.0 y evaluaron el riesgo considerando 10 variables intrínsecas directamente relacionadas con la vulnerabilidad de los edificios, así como 19 amenazas externas relacionadas con el entorno. Como resultado, obtuvieron un modelo aplicado a la vida útil del patrimonio edificado chileno. De manera similar, Díaz *et al.* (2022) adaptaron el modelo Art-Risk 3.0 para analizar los principales riesgos presentes en tres ciudades peruanas sujetas a procesos de gentrificación y crecimiento urbano incontrolado. Mediante este estudio, lograron obtener mapas de riesgo a escala de edificación e identificar las áreas y tipologías patrimoniales más expuestas al riesgo.

Para mejorar la transferencia de conocimientos y fortalecer la capacidad técnica de los investigadores ecuatoriano, este proyecto inició con un Taller sobre análisis de riesgos y vulnerabilidad en asentamientos históricos. Esta actividad piloto se llevó a cabo en Cuenca, durante el mes

de marzo de 2022, e incluyó la participación del personal de la Universidad Católica de Cuenca, el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (Regiones 6 y 7), la Dirección General de Áreas Históricas y Patrimoniales del GAD de Cuenca, y el equipo de investigadores implicados en el diseño del modelo y las herramientas Art-Risk.

La figura 1 muestra los principales tópicos trabajados en el taller que incluyen: 1) definición de riesgo, peligros y vulnerabilidad; 2) exposición de casos de estudio de los modelos y herramientas Art-Risk; 3) aplicación del uso de SIG y teledetección al análisis de peligros; 4) aplicación de matrices tipo Leopold e índices para el cálculo de vulnerabilidad; y 5) aplicación de técnicas de análisis multicriterio para la elaboración de modelos integrales de evaluación de riesgos.

El taller sirvió como punto de partida para proporcionar a los participantes una comprensión profunda de los fundamentos conceptuales y metodológicos que sustentan el modelo Art-Risk y permitió seleccionar las herramientas que podían ser más útiles, que en este caso fueron la Art-Risk 1.0 y 3.0. Los debates entre especialistas y la aplicación práctica de los modelos en el análisis de edificaciones conservadas en el centro histórico de Cuenca permitieron identificar claramente las fases de trabajo necesarias para adaptar los modelos al contexto ecuatoriano.

En cuanto al análisis de la vulnerabilidad, se observó que el índice proporcionado por la herramienta Art-Risk 1.0 resultaba de gran utilidad para cuantificar la susceptibilidad de un bien patrimonial a ser afectado por una amenaza. Durante el taller, se revisó la pertinencia de mantener todos los factores considerados en el índice, que incluían la frecuencia y magnitud de las patologías en el edificio, los agentes de degradación y la capacidad de generar daños en diferentes partes del edificio. Especialmente interesante resultó la posibilidad de calcular un índice expandido que incluyera además del estado de conservación otros factores como la importancia cultural, el uso actual del edificio o la presencia de tráfico en el entorno, lo cual resultaba relevante para el análisis de los edificios del Centro Histórico de Cuenca (CHC). Igualmente, los primeros testeos

y pruebas efectuados durante el taller permitieron identificar que las diferencias existentes entre las tipologías patrimoniales analizadas en Cuenca y las analizadas en estudios previos por los modelos Art-Risk. Las diferencias observadas, visibilizaron la necesidad de adaptar los datos y variables introducidas en las fichas que empleaba la herramienta, antes de poder usarla en contexto ecuatoriano.

Figura 1

Actividades del Taller sobre análisis de riesgos y vulnerabilidad en asentamientos históricos



Durante el taller se evaluaron las ventajas y dificultades de utilizar los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para capturar, almacenar, analizar y presentar los datos de vulnerabilidad como información geográfica que pudiese relacionarse fácilmente con la presencia de peligros en

el entorno. Puesto que los SIG permiten visualizar casi cualquier tipo de información espacialmente, introducir su uso facilitaría la comprensión de patrones, tendencias y relaciones que dan lugar a situaciones de alto riesgo en el patrimonio cultural arquitectónico de una ciudad histórica.

Finalmente, el taller también sirvió para identificar los principales retos que podían dificultar la adaptación de la herramienta Art-Risk 3.0, una herramienta que permitía efectuar un análisis integral del riesgo. La principal problemática estaba relacionada con las discrepancias existentes entre los diversos expertos a la hora de definir la importancia asignada a cada uno de los factores considerados en el cálculo integral del riesgo. Si bien la herramienta empleaba un sistema de lógica difusa fundamentado en el empleo de reglas de inferencia, tal y como describe Prieto *et al.* (2020), estas reglas habían sido diseñadas para un contexto español y debían establecerse nuevas formas de definir la importancia de cada uno de los factores de riesgo considerados, antes de poder usar la herramienta en Cuenca, Ecuador.

En los siguientes apartados se explicarán con mayor detenimiento el funcionamiento de las herramientas seleccionadas para su uso en el CHC (Art-Risk 1.0 y 3.0) y las medidas propuestas para poder lograr una adaptación exitosa de las mismas.

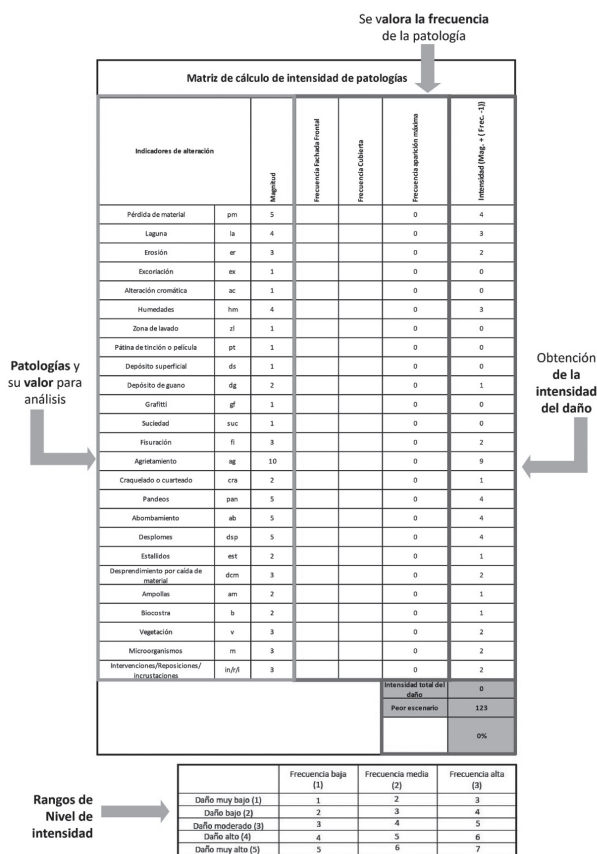
Descripción de la herramienta Art-Risk 1.0 y de los procesos de adaptación para su uso en Cuenca, Ecuador

La herramienta Art-Risk 1.0 (<https://bit.ly/4dy9fAL>) es una aplicación digital gratuita compuesta por un conjunto de tres matrices de tipo Leopold diseñadas para normalizar la recopilación de datos durante la evaluación de un patrimonio cultural inmueble. Estas matrices facilitan la recopilación sistemática de información relevante sobre el estado de conservación del patrimonio. Además, permiten calcular un índice de vulnerabilidad que refleja el estado actual de conservación del patrimo-

nio cultural (Ortiz *et al.*, 2016; Moreno *et al.*, 2019). Si bien actualmente solo está disponible para su uso en arquitectura de tierra, el modelo que sustenta la herramienta puede ser adaptado a otras tipologías de bienes patrimoniales diferentes.

Figura 2

Adaptación de la matriz de valoración de patologías que usa la herramienta Art-Risk 1.0



Nota. Elaboración propia a partir de los datos del Taller sobre análisis de riesgos y vulnerabilidad en asentamientos históricos (Ortiz, 2022).

[illegible]

Para aplicar esta herramienta en el análisis de la vulnerabilidad según el estado de conservación del patrimonio arquitectónico del CHC, se realizaron modificaciones en las tres matrices que la respaldan. En la primera matriz, conocida como la matriz de valoración de patologías, se agregaron indicadores de alteración comunes en las edificaciones patrimoniales de la ciudad y se reorganizaron según su gravedad o capacidad para causar daño (figura 2). En la segunda matriz, denominada matriz de

caracterización de agentes de degradación, se incorporaron los principales agentes de degradación presentes en el CHC (figura 3). Finalmente, en la matriz de identificación de daños, se especificaron las partes de las edificaciones susceptibles de ser afectadas por los procesos de degradación descritos en las matrices anteriores (figura 4). Estos cambios permitieron adaptar la herramienta para una evaluación más precisa y específica de la vulnerabilidad del patrimonio arquitectónico en el CHC.

Figura 4

Adaptación de la matriz de identificación que usa la herramienta Art-Risk 1.0

Agentes de degradación

Partes de la edificación susceptibles

Matriz de identificación (cuantitativa/cálculo)

FACTORES DE ALTERACIÓN	PARTES DE LA ESTRUCTURA DAMNADA	MATERIAL			
		CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	CONSTRUCCIÓN		
			ESTRUCTURA	ESTRIMA CONSTRUCTIVA/REVESTIMIENTO	
CHARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	Sedimento		0	0	0
	Presencia de acuíferos		0	0	0
F. CLIMÁTICOS	Viento	0	0	0	0
	Temperatura	0	0	0	1
	Radación UV	0	0	0	0
	Hielo	0	1	0	0
	Punto de rocío	0	0	0	0
	Granizo	0	0	0	0
	Condensación	0	0	0	0
	Humedad	0	0	0	0
	Sismo		0	0	0
	Inundaciones		0	0	0
F. NATURALES	Movimientos en masa		0	0	0
	Presión hidrostática		0	0	0
	Presión de viento		0	0	0
	Inundación	0	0	0	0
F. ANTRÓPICOS	Intervenciones/dáños	0	0	0	0
	Conflictos de tenencia		0	0	0
	Cargos		0	0	0
	Vibraciones		0	0	0
F. CONTAMINANTES	Gases		0	0	0
	Partículas		0	0	0
	Fauna Urbana	0	0	0	0
	Fauna urbana	0	0	0	0
F. BIOLÓGICOS	Microorganismos biológicos	0	0	0	0
	Vandalismo		0	0	0
SEGURIDAD DEL BIEN	Accidentalidad		0	0	0
	SUMA	0	1	0	1
	Suma material	1	Suma construcción	1	
	Suma para clima	0	0.1	0.01	0.01
	Suma todos agentes afectados	2			
	Valor máximo para clima	1000			
	Índice de vulnerabilidad (%)	0.12%			

Matriz de identificación (cualitativa-patologías)

FACTORES DE ALTERACIÓN	PARTES DE LA ESTRUCTURA DAMNADA	MATERIAL			
		CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	CONSTRUCCIÓN		
			ESTRUCTURA	ESTRIMA CONSTRUCTIVA/REVESTIMIENTO	
CHARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	Sedimento	fi, ag, cna	fi, ag, mlt, dmp	fi, ag, cna, mlt, dmp	
	Presencia de acuíferos	fi, ag, cna, am	hmi, fi, ag, cna	hmi, fi, ag, cna, am	
F. CLIMÁTICOS	Viento	ar	ar	ar	
	Temperaturas	ac, m	hi, ac, hmi, fi, ag, cna, dom, dmp	hi, ac, hmi, fi, ag, cna, am	
	Radación UV	ac	ac, pl	ac, pl	
	Hielo	ac, ac, m	ac, hi, ac, hmi, fi, ag, cna, dom, dmp	ac, hi, ac, hmi, fi, ag, cna, am	
	Punto de rocío	ac, m	ac, hmi, pl, m	hmi, m	ac, hmi, pl, m
	Granizo		hmi	hmi	
	Condensación	m	hmi, pl, am, m	hmi	hmi, pl, am, m, ac
	Humedad	m	fi, ag, cna, m	fi, ag, cna, m	fi, ag, cna, m
	Sismo	pm, fi, ag, cna, dom	pm, fi, ag, cna, pm, dmp	pm, fi, ag, cna, pm, dmp, dmp	
	Inundaciones	hmi, dmp, am	hmi, dmp	hmi, dmp, dmp, am, ac	
F. NATURALES	Movimientos en masa	fi, ag, cna, dom	fi, ag, cna, pm	fi, ag, cna, mlt, dmp, dom	
	Presión hidrostática	ar	g, ar	pm	g, dmp, pm
	Presión de viento	ac	pm, g	pm	pm, g, cna, dom
	Inundación	ac	pm, ac, d, dom, am	pm, dmp	pm, ac, d, dom, am
F. ANTRÓPICOS	Intervenciones/dáños	ac, ac	pm, cna, hmi, fi, ag, cna, dom, dmp, dmp	pm, cna, hmi, fi, ag, cna, dom, dmp, dmp, dmp	
	Conflictos de tenencia	pm, g	pm, dmp, mlt, fi	pm, g, dmp, mlt, fi	
	Cargos	fi, ag	fi, ag, pm, dmp	fi, ag, mlt, dmp	
	Vibraciones	fi, ag, cna	fi, ag, cna	fi, ag, cna, dom	
F. CONTAMINANTES	Gases	dmp, ac	dmp, ac	dmp, ac	
	Partículas	pm, dmp, ac	pm, dmp, ac	pm, dmp, ac	
	Fauna Urbana	dmp, b	dmp, b	dmp, b	
	Fauna urbana	fi, v	fi, v	fi, v	
F. BIOLÓGICOS	Microorganismos biológicos	m, fi, v	fi, v, m	fi, v, m	
	Vandalismo	pm, m, g, dmp	pm	pm, m, g, dmp	
SEGURIDAD DEL BIEN	Accidentalidad	pm, m, dmp, g, ac, dom	pm	pm, m, dmp, g, ac, dom	

Índice de vulnerabilidad (%)

Índice de vulnerabilidad (%)

Nota. Elaboración propia a partir de los datos del Taller sobre análisis de riesgos y vulnerabilidad en asentamientos históricos (Ortiz, 2022).

Actualmente, la adaptación realizada de la herramienta Art-Risk 1.0 ha permitido su uso en el estudio de 344 fachadas de edificaciones patrimoniales en el CHC. El estudio y análisis de los resultados obtenidos permitirá comprender mejor los patrones de degradación existentes y proponer medidas de mantenimiento y conservación preventiva que minimicen el riesgo.

Paralelamente, con el fin de enriquecer el índice de vulnerabilidad obtenido a partir de estas matrices, se está desarrollando un índice de vulnerabilidad expandido que incorpora otros factores como la presencia de tráfico rodado en las proximidades, el uso actual de las estructuras y su entorno inmediato, el tipo de suelo, entre otros. La figura 5 proporciona un ejemplo del modelo de tabla diseñado a partir de los datos y análisis del *Plan de movilidad y espacios públicos de Cuenca 2015-2025* (Plan de movilidad de Cuenca, 2015) sobre la demanda de tráfico en el CHC para normalizar y categorizar la recopilación de datos en cada una de las variables a considerar. Este modelo de tabla permite asignar una puntuación que varía entre 1 y 5 según el nivel de riesgo asociado a las diferentes sit

Figura 5

Tabla de valoración realizada para cada una de las variables incluidas en el índice de vulnerabilidad expandida. Ejemplo realizado para considerar la presencia de tráfico

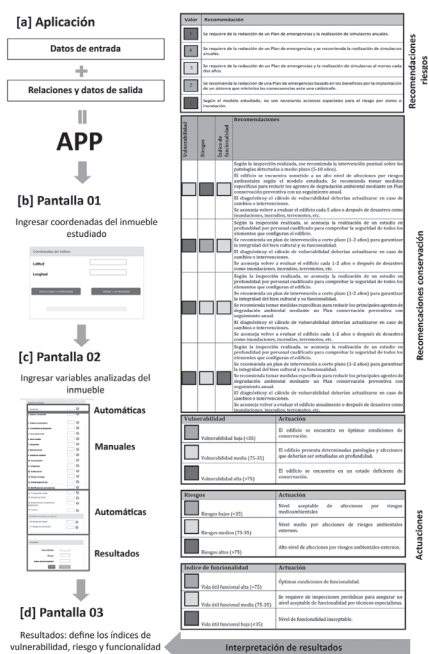
Indicadores de análisis	➔	Criterio	Peligro	Intensidad					➔ Niveles de categorización
				1	2	3	4	5	
				Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto	
		1	Tráfico vías	Peatonal	Otros	Vías con transporte público	Acceso al centro histórico y vías de salida	Bucle	
2	Sección de vía <5m	+1 nivel en vías de tráfico	+1 nivel en vías de tráfico	+1 nivel en vías de tráfico	+1 nivel en vías de tráfico	+1 nivel en vías de tráfico	➔ Datos de valoración para obtener el nivel de categorización		
Tráfico entre semana	Vehículos/día	Solo parqueo	<100	100-400	400-1000	1000-5000			

Nota. Elaboración propia a partir de Plan de movilidad y espacios públicos de Cuenca 2015-2025 (Plan de movilidad de Cuenca, 2015) y de Integration of georeferenced informed system and digital image analysis to assess the effect of cars pollution on historical buildings (Ortiz *et al.*, 2017).

Descripción de la herramienta Art-Risk 3.0 y de los procesos de adaptación para su uso en Cuenca, Ecuador

La herramienta Art-Risk 3.0 (<https://bit.ly/3WUAVtX>) es una aplicación digital gratuita diseñada para evaluar el riesgo en edificios patrimoniales. Se fundamenta en tecnologías avanzadas como la lógica difusa y el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) (figura 6). Su principal ventaja, es que es una herramienta capaz de reproducir de una forma aproximada el razonamiento humano y las relaciones existentes entre los factores de vulnerabilidad y riesgo mediante la teoría de los conjuntos difusos (Ortiz *et al.*, 2020).

Figura 6
Interfaz de Art-Risk 3.0



Nota. Elaboración propia a partir de datos del manual de usuario- software Art-Risk 3.0 (Ortiz *et al.*, 2020).

En la práctica Art-Risk 3.0 es un formulario digital en el que el usuario debe introducir 19 variables numéricas de entrada manuales y automáticas con valores comprendidos entre 1,0 (valor más favorable) y 5,0 (valor más desfavorable). Cuando el usuario ingresa los datos de diagnóstico requeridos por la herramienta, el SIG subyacente identifica los peligros del entorno y calcula el riesgo, la vulnerabilidad y la vida útil del edificio en cuestión. Para ello, las variables que aparecen en la figura 7 se relacionan mediante el empleo de reglas de inferencia, cuyo funcionamiento queda definido en el artículo publicado por Prieto *et al.* (2020).

Figura 7

Variables de análisis y reglas de inferencia de la herramienta Art-Risk 3.0

Geotecnia	Vulnerabilidad 1 (33 reglas)	Vulnerabilidad (13 reglas)			Durabilidad (100 reglas)	V. Vulnerabilidad
Entorno construido						
Sistema constructivo						
Modificación de la población	Riesgo antrópico y catalogación (70 reglas)					
Ocupación						
Valor patrimonial						
Valor mueble						
Mantenimiento	Mantenimiento (10 reglas)					
Diseño de cubiertas	Vulnerabilidad 2 (25 reglas)					
Conservación						
Ventilación	Riesgos estático-estructurales 1 (56 reglas)	Riesgos estático-estructurales 100 reglas)	Riesgos (99 reglas)	R. Riesgos		
Sobrecargas de uso						
Riesgo de fuego						
Instalaciones	Riesgos estático-estructurales 2 (28 reglas)					
Modificaciones estructurales						
Precipitación media	Riesgos medioambientales (47 reglas)			IF. Índice de funcionalidad		
Erosión por lluvia						
Estrés térmico						
Heladas						
1 ^{er} conjunto de reglas	2 ^{do} conjunto de reglas	3 ^{er} conjunto de reglas	4 ^{to} conjunto de reglas	5 ^{to} conjunto de reglas		
Riesgo por sismo	Riesgos naturales				Plan de Emergencias (recomendación)	
Riesgo por inundación						

Nota. Elaboración propia a partir de datos del Manual de usuario- software ART-RISK 3.0 (Ortiz *et al.*, 2020).

Tal y como se había identificado en el taller, la necesidad de ajustar los pesos asignados a las 19 variables de riesgo para adaptar la herramienta a un nuevo contexto en el CHC, representaba una dificultad fundamental para su implementación. Para abordar este desafío, se optó por emplear técnicas de análisis multicriterio, las cuales permiten ponderar pesos a partir del juicio humano de manera efectiva. Estas técnicas constituyen herramientas esenciales para evaluar y decidir entre alternativas que involucran múltiples criterios, ya sean cualitativos o cuantitativos. Algunas de las técnicas más destacadas incluyen la ponderación lineal, el análisis jerárquico (AHP), el análisis de redes (ANP), la programación lineal y el método PROMETHEE, entre otros. Estas metodologías, utilizadas en diversos campos como la gestión de proyectos, la planificación urbana y la toma de decisiones empresariales, proporcionan un marco metodológico sólido para comparar y ponderar diferentes aspectos relevantes, facilitando así la identificación de la mejor opción considerando múltiples criterios y objetivos.

Tabla 1

Expertos participantes en el proceso metodológico Delphi

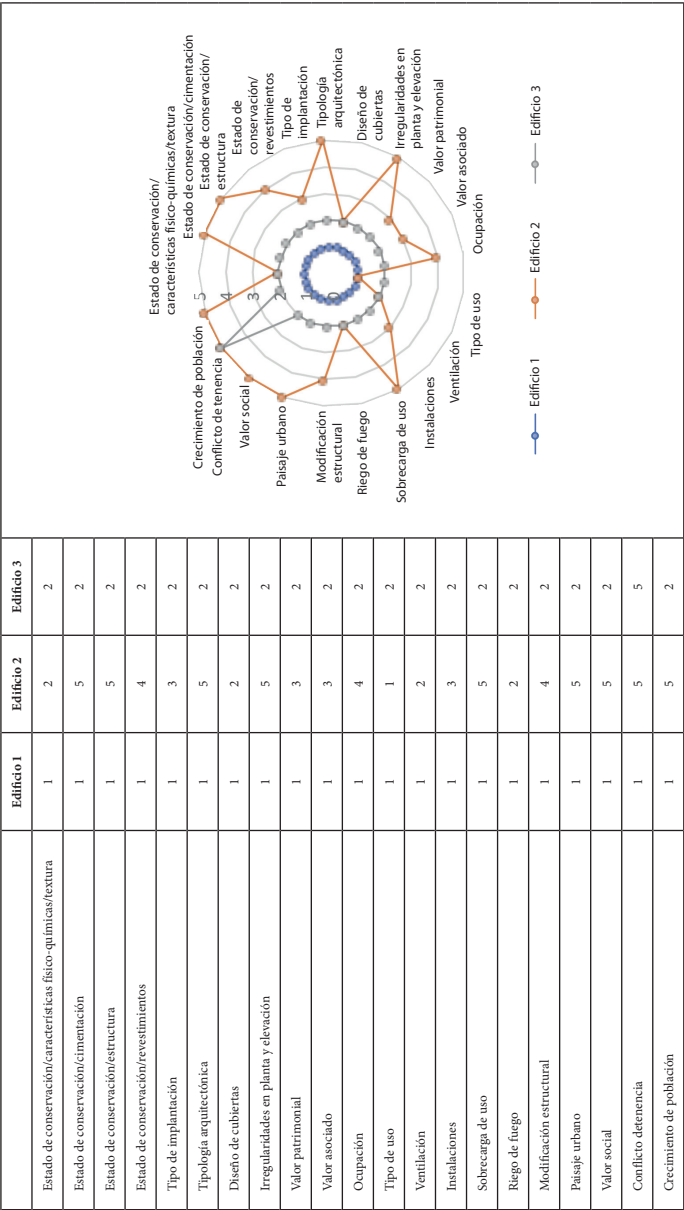
Experto	Formación	Años de experiencia	Institución asociada
Experto 1	Arquitecto Especialista en Conservación Patrimonio Arquitectónico	10	Instituto Nacional de Patrimonio Cultural
Experto 2	Arquitecto Especialista en Conservación del Patrimonio Arquitectónico	15	Instituto Nacional de Patrimonio Cultural
Experto 4	Arquitecto Especialista en Gestión del Patrimonio Arquitectónico	15	Instituto Nacional de Patrimonio Cultural
Experto 5	Arquitecto con formación es asentamientos humanos	15	Universidad Católica de Cuenca
Experto 6	Ingeniero con formación en estructura	5	Instituto Nacional de Patrimonio Cultural
Experto 7	Arquitecto con formación en diseño y construcción	15	Gad de Cuenca
Experto 8	Ingeniero Electrónico con formación en estadística	10	Universidad Católica de Cuenca
Experto 9	Química con formación en patrimonio cultural	20	Universidad Pablo de Olavide
Experto 10	Ingeniero Mecánico con formación en Ingeniería Hidráulica	10	Universidad Católica de Cuenca

Figura 8
Herramienta Art-Risk 3.0: a) Matriz de comparación elaborada durante la realización del AHP; b) Estrella multicriterio obtenida al evaluar el riesgo en tres edificios patrimoniales a partir de la adaptación de la herramienta Art-Risk 3.0 realizada

(a) Matriz de vulnerabilidad AHP multicriterio

	Estado de conservación/ características físico-químicas/ textura	Estado de conservación/ cimentación	Estado de conservación/ estructura	Estado de conservación/ revestimientos	Tipo de implantación	Tipología arquitectónica	Diseño de cubiertas	Valor patrimonial	Valor asociado	Ocupación	tipo de uso	Ventilación	Instalaciones	Sobrecarga de uso	Riesgo de fuego	Modificación y/o irregularidad estructural	Paísaje urbano	valor social	Conflicto de tenencia	Crecimiento de población
Estado de conservación/ características físico-químicas/ textura		0,20	0,20	1,00	0,20	0,33	0,20	1,00	0,20	0,20	5,00	1,00	1,00	0,20	1,00	0,20	0,33	0,14	0,33	0,33
Estado de conservación/ cimentación	5,00		1,00	9,00	7,00	7,00	5,00	0,20	1,00	1,00	5,00	7,00	7,00	1,00	7,00	1,00	0,14	7,00	0,14	7,00
Estado de conservación/ estructura	5,00	1,00		9,00	9,00	7,00	0,33	0,33	3,00	1,00	5,00	7,00	7,00	1,00	7,00	1,00	0,14	7,00	0,14	7,00
Estado de conservación/ revestimientos	1,00	0,11	0,11		0,20	0,14	0,33	0,33	0,14	0,14	0,20	3,00	0,14	0,14	3,00	0,14	0,33	0,20	0,20	0,14
Tipo de implantación	5,00	0,14	0,11	5,00		1,00	1,00	1,00	0,33	0,20	1,00	1,00	0,20	0,20	0,33	0,20	1,00	0,20	5,00	0,14
Tipología arquitectónica	3,00	0,14	0,14	7,00	1,00		1,00	1,00	0,33	0,33	1,00	5,00	0,20	0,14	0,20	0,20	1,00	0,20	5,00	0,20
Diseño de cubiertas	5,00	0,20	3,00	9,00	1,00	1,00		1,00	1,00	0,33	0,20	3,00	0,14	0,33	5,00	1,00	5,00	3,00	3,00	0,33
Valor patrimonial	1,00	5,00	3,00	3,00	1,00	5,00	1,00		1,00	3,00	3,00	5,00	5,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	5,00	1,00
Valor asociado	5,00	1,00	0,33	7,00	3,00	1,00	1,00	1,00		0,33	5,00	5,00	5,00	0,20	3,00	0,20	1,00	1,00	5,00	3,00
Ocupación	5,00	1,00	1,00	7,00	5,00	3,00	3,00	0,33	3,00		5,00	7,00	7,00	1,00	5,00	1,00	5,00	3,00	5,00	5,00
Tipo de uso	0,20	0,20	0,20	5,00		1,00	5,00	0,20	0,20	0,20		0,33	0,20	0,14	0,33	0,20	0,33	0,20	0,20	1,00
Ventilación	1,00	0,14	0,14	0,33	1,00	0,20	0,33	0,20	0,20	0,14	3,00		1,00	0,20	0,20	0,14	0,20	0,20	0,14	0,20
Instalaciones	1,00	0,14	0,14	7,00	5,00	5,00	7,00	0,20	0,20	0,14	5,00	1,00		0,14	1,00	0,14	0,14	0,20	0,33	0,33
Sobrecarga de uso	5,00	1,00	1,00	7,00	5,00	7,00	3,00	0,33	5,00	1,00	7,00	5,00	7,00		5,00	1,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Riesgo de fuego	1,00	0,14	0,14	0,33	3,00	5,00	0,20	0,20	0,33	0,20	3,00	5,00	1,00	0,20		0,20	0,33	0,33	3,00	3,00
Modificación y/o irregularidad estructural	5,00	1,00	1,00	7,00	5,00	5,00	1,00	1,00	5,00	1,00	5,00	7,00	7,00	1,00	5,00		7,00	7,00	7,00	7,00
Paísaje urbano	3,00	7,00	7,00	3,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	3,00	5,00	7,00	0,20	3,00	0,14		1,00	3,00	1,00
Valor social	7,00	0,14	0,14	5,00	5,00	5,00	0,33	1,00	1,00	0,33	5,00	5,00	5,00	3,00	3,00	0,14	1,00		1,00	1,00
Conflicto de tenencia	3,00	7,00	7,00	5,00	0,20	0,20	0,33	0,20	0,20	0,20	5,00	7,00	3,00	0,20	0,33	0,14	0,33	1,00		0,33
Crecimiento de población	3,00	0,14	0,14	7,00	7,00	5,00	3,00	1,00	0,33	0,20	1,00	5,00	3,00	0,20	0,33	0,14	1,00	1,00	3,00	

(b) Estrella multicriterio



Nota. Elaboración propia a partir de los datos del Taller sobre análisis de riesgos y vulnerabilidad en asentamientos históricos (Ortiz, 2022).

En este caso específico, se decidió emplear el Proceso Analítico de Jerarquías (AHP, por sus siglas en inglés), técnica desarrollada por el matemático y experto en gestión Thomas L. Saaty en la década de 1970. La elección del AHP permitió descomponer el desafiante problema de evaluar integralmente el riesgo, basado en diversas variables, en una jerarquía de criterios y subcriterios. Esta descomposición facilitó la comprensión y evaluación de las diferentes opciones disponibles. En este proceso, los criterios se organizaron en una estructura de árbol, con el criterio principal en la parte superior y los subcriterios derivados de él. Luego, un grupo de diez expertos compararon estos criterios utilizando escalas de juicio para determinar su importancia relativa. Este grupo incluyó expertos pertenecientes a: INPC, Zonal 6; GAD Municipal de Cuenca vinculados a la Dirección General de Áreas Históricas; docentes investigadores de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Católica de Cuenca (tabla 1). Una vez completada esta comparación, se calcularon las prioridades relativas de cada criterio y subcriterio mediante un proceso matemático que consideraba las comparaciones individuales. Estas prioridades se utilizaron para calcular una puntuación global para cada opción, lo que facilitó la identificación de la mejor alternativa de acuerdo con los criterios establecidos (figura 8).

Dado que los juicios de los expertos que participaron en el estudio utilizando AHP no mostraron consenso en muchos de los criterios analizados, se optó por combinar el AHP con la metodología Delphi. El método Delphi se basa en la opinión de un grupo de expertos para alcanzar un consenso sobre un tema específico y se utiliza ampliamente en diversos campos para abordar problemas complejos y facilitar la toma de decisiones informadas. Este proceso implicó volver a trabajar con los expertos seleccionados para realizar el AHP, generando preguntas o escenarios y llevando a cabo varias rondas de retroalimentación anónima e iterativa para refinar y converger hacia un consenso. A través de esta combinación de métodos, se pudo obtener información esencialmente cualitativa pero relativamente precisa sobre los riesgos y vulnerabilidades que afectan, y posiblemente seguirán afectando en el futuro, al patrimonio edificado

del CHC. Este enfoque permitió mitigar el sesgo de grupo y obtener pronósticos o decisiones más confiables y fundamentadas, aprovechando la diversidad de perspectivas de los expertos involucrados.

Los resultados obtenidos han permitido desarrollar una adaptación de la herramienta Art-Risk 3.0, que ofrece una evaluación completa y precisa del riesgo en los edificios patrimoniales del centro histórico de Cuenca, Ecuador. Esta adaptación facilita la toma de decisiones informadas para la conservación y protección de estos edificios. Actualmente, se sigue trabajando en la aplicación de esta herramienta al conjunto de Bienes Culturales Arquitectónicos del CHC. Esto permitirá establecer, en un futuro cercano, una relación entre los edificios estudiados en función de las necesidades de conservación, contribuyendo así a la conservación del patrimonio arquitectónico de la ciudad.

Conclusiones

El proceso de investigación que se puso en marcha con este proyecto ha permitido proporcionar a los investigadores, docentes y estudiantes participantes la oportunidad de adquirir una mayor experiencia y autonomía en el uso de métodos, procedimientos y técnicas de análisis de riesgos funcionales al estudio del CHC y aplicables a otros asentamientos históricos del Ecuador.

Los avances logrados durante el proyecto, junto con el desarrollo del taller que contó con la participación de los investigadores responsables del modelo y las herramientas Art-Risk, han establecido una red interdisciplinaria e internacional. Esta colaboración reúne a expertos en conservación/protección y a instituciones públicas encargadas de la gestión y conservación del patrimonio arquitectónico y urbano para desarrollar buenas prácticas de gestión de emergencias y nuevos modelos sostenibles y resilientes.

Las adaptaciones de las herramientas Art-Risk 1.0 y Art-Risk 3.0 realizadas han generado nuevos productos científicos, técnicos y tecnológicos que serán útiles para formular estrategias de control, mitigación

o mantenimiento de bienes del patrimonio cultural en territorios de connotación histórica en el Ecuador.

Se espera que, en un futuro próximo, los resultados obtenidos de la aplicación de estas herramientas en el estudio de las edificaciones patrimoniales del CHC brinden un análisis detallado de los niveles de riesgo que enfrentan estos bienes. La conversión del modelo propuesto en un marco de referencia permitirá realizar estudios comparativos en otros asentamientos, como la Red de Ciudades Patrimoniales del Ecuador, e incluso en otras ciudades del mundo donde se llevan a cabo investigaciones similares. Por lo tanto, estas herramientas adaptadas en el proyecto serán de gran utilidad para las instituciones del Estado Ecuatoriano, ya que permitirán evaluar la idoneidad de las estrategias de intervención orientadas a la conservación del patrimonio nacional con base en la evidencia científica.

Referencias bibliográficas

- Adams, J. (1995). *Risk*. UCL Press.
- Aguirre Ullauri, M. C., Calle, M. B. Á., Cordero Jarrín, M. C. y Andrade Quintuña, I. M. (2019). Evaluación de riesgos y vulnerabilidades. El caso de una vivienda patrimonial en Cuenca, Ecuador. *Revista AUC*, 39, 7-17. <https://bit.ly/3WGKb3A>
- Aguirre Ullauri, M. de C. (2021). *Materiales históricos, lectura histórico constructiva y caracterización. El caso de Cuenca (Ecuador)*. [Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.69331>
- Argudo, C., Orellana, G., Palacios, D. y Pérez, M. (2015). *Aplicación de la metodología de manuales de conservación preventiva para la detección y evaluación de riesgos en la manzana comprendida entre Av. Loja, la Calle del Farol y la Av. 12 de abril* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional UCUENCA. <https://bit.ly/4dD3stt>
- Arizaga, D. (2012). La gestión de riesgos del patrimonio cultural: una política de Estado en construcción. El caso ecuatoriano. *Patrimonio Cultural de España*, 6, 43-59. <https://bit.ly/3LYB75h>

- Campiani, A., Lingle, A. y Lercari, N. (2019). Spatial analysis and heritage conservation: Leveraging 3-D data and GIS for monitoring earthen architecture. *Journal of Cultural Heritage*, 39, 166-176. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.02.011>
- Carlessi, M. y Kluzer, A. (2015). Past, present and future of the forgotten places in the ancient “Ospedale Maggiore” (Ca’Granda) in Milan: studies, surveys, analysis, prospects and projects. En L. Toniolo, M. Boriani y G. Guidi (eds.), *Built heritage: Monitoring Conservation Management. Research for Development*, 211-226. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08533-3_18
- Carvajal, E. y Heras, V. (2020). Metodología de gestión de riesgos para el patrimonio cultural edificado del Ecuador y su enfoque en el patrimonio moderno. *Diseño Arte y Arquitectura*, 1 (8), 221-231. <https://doi.org/10.33324/daya.v1i8.287>
- Cortés Aguirre, A., Aguirre Ullauri, M. C. y Contreras-Escandón, C. (2019). Impacto del decreto de emergencia del patrimonio cultural del Ecuador: Análisis costo-beneficio. *Revista de Urbanismo*, 41. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2019.52492>
- Díaz, G. A., Ortiz, R., Moreno, M. y Ortiz, P. (2022). Vulnerability assessment of historic villages in the Amazonas region (Perú). *International Journal of Architectural Heritage*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/15583058.2022.2070049>
- Fernández, C. Levenfeld, C. y Monereo, N. (2013). *La evaluación de riesgo en patrimonio. Del diagnóstico al pronóstico*. *Revista Patrimonio Cultural de España*, 7, 57-70. <https://bit.ly/3WG4ezi>
- Galán Huertos, E., Bernabé González, J. y Ávila Ruiz, R. M. (2006). La aplicación de la evaluación de impacto ambiental en el patrimonio monumental y el desarrollo sostenible de las ciudades. *Revista de Enseñanza Universitaria*, Extra-123-140. <https://bit.ly/3yIdV8a>
- García Álvarez, J., Campos Alvear, R., Cabrera Gómez de la Torre, C. y Macías Bernal, J. M. (2022). La digitalización del plan de conservación preventiva del Real Alcázar de Sevilla, de lo digital a lo real. Optimización del modelo desde la experiencia y puesta en práctica. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, 21, 10-33. <https://bit.ly/3WzTXoh>
- Glez-Valcárcel, J. (1981). *Criterios actuales en la defensa de la ciudad histórica*. Investigación presentada en la 6th. General Assembly ICOMOS “Nessun Futuro Senza Passato”, Roma.

- Heras, V., Briones, J. C. y Sinchi, E. (2018). Procesos de clasificación supervisados como herramienta de monitoreo del patrimonio cultural edificado. *ASRI: Arte y sociedad. Revista de investigación*, 14, 95-102. <https://bit.ly/3yutpwG>
- Heras, V., Sinchi, E., Briones, J. y Lupercio, L. (2019). Urban heritage monitoring, using image processing techniques and data collection with terrestrial laser scanner (tls), case study Cuenca - Ecuador. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W11, 609-613. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xlii-2-w11-609-2019>
- ICC & ICCROM. (2016). *The ABC Method: A risk management approach to the preservation of cultural heritage*. Canadian Conservation Institute. <https://bit.ly/3AgNDdP>
- ICOMOS. (1931). *Carta de Atenas. Conferencia de Atenas 1931*. <https://bit.ly/4fFnEgc>
- ICOMOS. (1964). *Carta Internacional sobre la Conservación y la Restauración de Monumentos y Sitios (Carta de Venecia)*. <https://bit.ly/4fwdizn>
- ICOMOS. (1999). *Carta de Burra (Carta del ICOMOS Australia para Sitios de Significación Cultural)*. <https://bit.ly/3WCJdW7>
- ICOMOS. (2003). *Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico. Ratificada por la 14ª Asamblea General del ICOMOS*. <https://bit.ly/3Ab3DOk>
- INPC. (2011a). *Guía de medidas preventivas para amenaza sísmica, seguridad, protección y manejo de bienes culturales*. Serie Normativas y Directrices. Ediecuatorial. <https://bit.ly/3WGHrTM>
- INPC. (2011b). *Guía de medidas preventiva para el manejo de bienes culturales*. Serie Normativas y Directrices. Ediecuatorial. <https://bit.ly/3ApSadM>
- INPC. (2021). *Protocolo de actuación en situaciones de riesgos del patrimonio cultural frente a emergencias, desastres o catástrofes naturales*. Dirección de Gestión de Riesgos del Patrimonio Cultural. <https://bit.ly/3SBF7fx>
- Junta de Andalucía, Unión Europea y Observatorio de Salud y Medio ambiente de Andalucía. (2016). *Urbanismo, medio ambiente y salud*. Junta de Andalucía. <https://bit.ly/3yHJyid>
- Moreno, M., Ortiz, P. y Ortiz, R. (2019). Vulnerability study of earth walls in urban fortifications using cause-effect matrixes and Gis: The case of Seville, Carmona and Estepa defensive fences. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 19(3), 119-119.

- Moreno, M., Ortiz, R., Cagigas-Muñiz, D., Becerra, J., Martin, J. M., Prieto, A. J. y Ortiz, P. (2022). ART-RISK 3.0 a fuzzy-based platform that combine GIS and expert assessments for conservation strategies in cultural heritage. *Journal of Cultural Heritage*, 55, 263-276. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2022.03.012>.
- Moreno, M., Prieto, A. J., Ortiz, R., Cagigas-Muñiz, D., Becerra, J., Garrido-Vizuet, M. D. L. A., Segura, D., Macías-Bernal, J. M., Chávez, M. J. y Ortiz, P. (2023). Preventive conservation and restoration monitoring of heritage buildings based on fuzzy logic. *International Journal of Architectural Heritage*, 17(7), 1153-1170. <https://doi.org/10.1080/15583058.2021.2018520>
- Ortiz Calderón, R., Moreno Falcón, M., Becerra Luna, J., Corona Corrales, S. y Ortiz Calderón, P. (2021). El análisis de riesgos en los centros históricos: Estudio de las fortificaciones urbanas del centro histórico de Sevilla. *Revista PH*, 342. <https://doi.org/10.33349/2021.104.4942>
- Ortiz Calderón, R., Ortiz, P., Vázquez, M. A. y Martín, J. M. (2017). Integration of georeferenced informed system and digital image analysis to assess the effect of cars pollution on historical buildings. *Construction and Building Materials*, 139, 320-333. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.02.030>
- Ortiz, P., Antunez, V., Martín, J. M., Ortiz, R., Vázquez, M. A. y Galán, E. (2014). Approach to environmental risk analysis for the main monuments in a historical city. *Journal of Cultural Heritage*, 15(4), 432-440. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2013.07.009>
- Ortiz, P., Macías, J. M., Ortiz, R., Prieto, A., Vizuet, M. A., Cagigas, D. y Díaz, A. (2020). Manual de usuario: software ART-RISK Co-operación 3.0. <https://bit.ly/4dozwSk>
- Ortiz, R. y Ortiz, P. (2016). Vulnerability index: A new approach for preventive conservation of monuments. *International Journal of Architectural Heritage*, 10(8), 1078-1100. <https://doi.org/10.1080/15583058.2016.1186758>
- Pereira, T. D. y Mateus, D. (2014). Monitoring noise and vibration in Santa Clara-a-Velha Monastery. En *Built Heritage: Monitoring Conservation Management* (pp. 103-112). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08533-3_18
- Plan de Movilidad de Cuenca. (2015). *Plan de movilidad y espacios públicos de cuenca 2015-2025*. Ilustre Municipalidad de Cuenca. <https://bit.ly/3YEFXB1>
- Prieto, A. J., Turbay, I., Ortiz, R., Chávez, M. J., Macías-Bernal, J. M. y Ortiz, P. (2020). A Fuzzy Logic Approach to Preventive Conservation of Cultural

- Heritage Churches in Popayán, Colombia. *International Journal of Architectural Heritage*, 1-20. <https://doi.org/10.1080/15583058.2020.1737892>
- Sauer, C. (2006). La morfología del paisaje, *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 15(5). <https://bit.ly/3AwdIp8>
- Silva Pérez, R. y Fernández Salinas, V. (2020). La consideración (y desconsideración) del territorio en los programas patrimoniales territoriales de la UNESCO: Convención del patrimonio mundial, programa hombre y biosfera (mab) y programa internacional de ciencias de la tierra y geoparques. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 86. <https://doi.org/10.21138/bage.2987>
- Turner, G. (2007). Teorías de la conservación y vanguardias arquitectónicas. Una relación dialéctica. *Canto Rodado: Revista Especializada en Patrimonio*, 2, 125-148. <https://bit.ly/4dI2216>
- UNESCO. (1972). Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural. *Actas de 17a reunión*. <https://bit.ly/4chdHmp>
- Žarnić, R., Rajčić, V. y Skordaki, N. (2015). A contribution to the built heritage environmental impact assessment. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, II-5/W3, 389-394. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-ii-5-w3-389-2015>

La iglesia de San Blas entre tecnología, historia y arqueología: prospección geofísica en Cuenca, Ecuador

Juan Pablo Vargas Díaz
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Guayaquil (Ecuador)
jp Vargas@espol.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6927-8260>

Introducción

En el segundo semestre de 2017, la iglesia patrimonial de San Blas inició un proceso de restauración, una actividad conjunta llevada a cabo por el Gobierno Autónomo Descentralizado de la ciudad de Cuenca y la parroquia homónima. Dentro de este complejo proceso que implicó una serie de intervenciones simultáneas y coordinadas, se contempló la remoción y sustitución del piso de las naves laterales norte y sur. El objetivo era reemplazar el deteriorado suelo de cerámica por uno nuevo de mármol donado por el Vaticano.

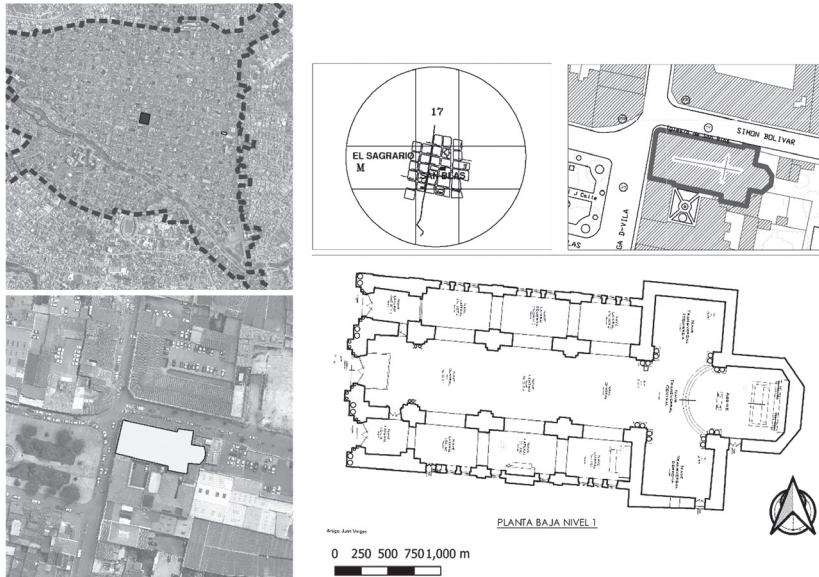
Ante esta situación, se volvió imprescindible iniciar un estudio complementario de prospección y excavación arqueológica. El proyecto de intervención, titulado “Prospección y excavación arqueológica en la iglesia de San Blas: entendiendo las prácticas funerarias de la naciente Cuenca” (Vargas, 2018), buscaba develar más información acerca de las prácticas y costumbres funerarias de la ciudad de Cuenca. Esto se lograría mediante el trabajo de un equipo multidisciplinario pero que, para los fines del presente escrito, se pone a consideración uno de los métodos tecnológicos que fueron utilizados.

Ubicación del área de estudio

Cuenca, reconocida como patrimonio cultural de la humanidad por su centro histórico que alberga numerosas iglesias, refleja una arraigada devoción a lo largo del tiempo. Dentro de este contexto, nuestra investigación se enfoca en la iglesia de San Blas, situada a 740 metros al este del Parque Calderón, epicentro emblemático de la ciudad, en la confluencia de las calles Manuel Vega y Simón Bolívar (ver figura 1). Esta iglesia ubicada frente al parque homónimo, históricamente ha representado el corazón de su barrio. Constituye un referente religioso de máxima relevancia en la parroquia que lleva su nombre. La orientación principal del templo católico se establece de oeste a este.

Figura 1

Ubicación de la iglesia de San Blas, en el centro histórico de Cuenca



Nota. Dibujo: datos tomados del Arquitecto Álvaro Maldonado, 2013. Diseño de la ilustración de Juan Pablo Vargas

Doctrina de San Blas y construcción de la iglesia

En 1580, Juan Muñoz Galán¹, como vicario de la iglesia mayor, pidió al Rey en 1589 se le haga merced del beneficio de la parroquia de San Blas,² petición que se le concedió. Este evento permitió la fundación en el área del Ejido, San Blas, que para el requerimiento contaba con numerosa población indígena (Vargas Díaz, 2022, p. 71).

Los datos referentes a la fundación de esta parroquia están presentes en documentos antiguos que mencionan que el susodicho vecino de la ciudad (Chacón Zhapan, 1983) y en 1583 fue su procurador (Chacón Zhapan, 1983, pp. 326–327). Hasta que en 1589 el cabildo (...) decidió venderlo o darlo a censo dicho, que al parecer fue comprado:

...y el dicho ejido no habiendo obligado esta baldío y no tiene provecho esta ciudad del, dijeron que se traiga en pregón para que si hubiere persona alguna que quiera arrendar la yerba...con la condición que cada vez que hubiere obligado para las carnicerías de esta dicha ciudad y se quiera aprovechar del herbaje del dicho ejido, y el dicho arrendador pague la renta...que no embargante el dicho arrendamiento puedan pacer y echar en el dicho ejido bueyes y caballos mansos del servicio

1 “...Es natural de Sevilla y desde su niñez sirvió en los reinos del Perú, y siendo lego fue a la pacificación y conquista de la provincia de Macas, Camagulli, Chapico a su costa, en la alteración del capitán Joan de Escalona, y en la de los Gibaros de la ciudad de Logroño se halló en servicio de su majestad y en todas las demás ocasiones que se han ofrecido acudió siempre a ello con sus armas a su costa previniéndose siempre para lo que pudiese suceder sin hacer cosa del servicio de su majestad. Después se ordenó de misa y se ha ocupado en doctrinar a los indios industriandolos en las cosas de nuestra santa fe predicándoles en la lengua general dando buen ejemplo con su vida y costumbres...” AGI, QUITO, 86, N. 53 - Imagen. Núm. 00001 BH4.

2 “...Juan Muñoz Galán sobre que se le haga merced de presentarle a uno de los beneficios que pide 24 de enero de 1589...pide y suplica se le haga beneficio del beneficio de Alausí con todos sus anejos en término de la ciudad de Cuenca, y el beneficio de Chunchi con todos los pueblos del y anejos en el dicho termino de Cuenca que son en el Obispado de Quito o de otra prebenda con que congruamente se pueda sustentar y proseguir y continuar el dicho oficio que tiene comen-zado...” AGI, Quito, 83, N. 26 - Imagen. 000019 W1-000019 W2

de esta ciudad y con estos aditamentos se traiga en pregón.... (Libro Quinto de Cabildos de Cuenca 1579-1587. (1983) Archivo Histórico Municipal. Ed. Xerox del Ecuador S. A. Versión Juan Chacón Z. pp. 234-235. Fols. 98 v)

Se otorgaron los beneficios al dicho cura para fundar la doctrina de San Blas, para ejercer su labor evangelizadora y reductora de naturales, sobre todo el aprovechamiento de los recursos económicos de los indígenas diezmos en productos y dinero:

El 20 de septiembre de 1581 el cabildo acordó que para cumplir lo que el Rey tiene encargado acerca de las honras y exequias de la Reina, y atentos a que esta ciudad no tiene propios ni rentas para comprar la cera y lutos, y otras cosas que conviene para hacerse las honras conforme a la posibilidad de esta ciudad. (pp. 232-233. Fols. 97 v)

En 1615, Juan Muñoz Galán exteriorizó ser Vicario juez eclesiástico de la ciudad de Cuenca, Comisario subdelegado de la Santa Cruzada en ella, Visitador general y Cura beneficiado de la parroquia de San Blas. En este año pide otra merced al Rey del beneficio de una Canonjía para el obispado de Quito.

Por la información de los testigos que existe en esta petición, sabemos que a los naturales de la parroquia de San Blas desde 1590 hasta 1607, años en los que ya fue beneficiado de la misma, los redujo en cuatro pueblos, cada uno con sus capillas y campanas. Siendo importante que este personaje Galán fue quien inició desde los cimientos la construcción de la iglesia principal, entre 1595 y 1607, la cual, es torreada y almenada o fortificada.

...En la ciudad de Cuenca veinte y siete de febrero de mil seiscientos catorce años el licenciado Juan Muñoz presbítero para la información... presento por testigo a Melchor de Heredia vecino de esta dicha ciudad...dijo que conoce a tal licenciado por más de treinta años...el dicho licenciado Juan Muñoz el cual es vicario actualmente e juez eclesiástico de esta ciudad y comisario subdelegado en ella de muchos años a esta parte...y así mismo sabe el testigo que actualmente es beneficiado de la

parroquia de la dicha parroquia de Saint Blas de la dicha ciudad cuya iglesia fundó el dicho licenciado desde sus cimientos poniéndola en el estado que al presente esta que es torreada y almenada de las mejores iglesias que hay en este distrito, lo cual ha hecho con grande prudencia autoridad y diligencia que ha sido sobremanera en lo cual atravesado mucho, y así mismo en reducir los indios de dicha parroquia a sus feligreses en cuatro pueblos a donde los tienen con sus capillas campanas y lo demás necesario para la celebración del culto divino, en el cual a los dichos naturales le han crecido y van a más en el conocimiento y cosas de nuestra santa fe católica utilidad y conservación dellos... (AGI, Quito, 86, N. 53 - imagen. núm. 00001 BI3)

Figura 2

Primera iglesia de San Blas al fondo acompañamiento de los restos mortuorios de Federico



Nota. Colección Manuel Serrano, <https://bit.ly/4diw4sx>, año 1933.

Entre 1595 y 1615 ya existió y se fundó en la parroquia de San Blas una congregación de indígenas llamada la cofradía del Santísimo Sacramento. Con fecha de 14 mayo de 1631 con el afán de mantener la

doctrina y seguir construyendo la iglesia en una de las cláusulas de su testamento, Juan Muñoz Galán, dispone que de sus bienes se pague para el embellecimiento de la iglesia de San Blas:

... mando que de mis bienes para siempre jamás, que de la renta que dejo, se den a la iglesia de San Blas de esta ciudad donde he sido beneficiado, mil quinientos pesos de a ocho reales que tiene sobre las casas...estancias... que hacen los dichos dos mil pesos, los cuales aplico para lo que la dicha Iglesia tuviere necesario de su adorno, y advierto se la den con autoridad del prelado de modo que no entren en manos de los indios mayordomos porque no darán la razón que conviene.... (ANH/C. L. 519. NOT. 3. Fols. 4-5)

En otra de sus cláusulas testamentarias Muñoz Galán, ordena la institución y fundación de una capellanía en la iglesia de San Blas, bajo la condición que se le den misas rezadas en la iglesia Mayor de la ciudad de Cuenca.

...en el nombre de nuestro señor Dios y servicio suyo instituyo y fundo una capellanía de doscientas misas rezadas con sus responsos sobre mis posturas diciéndolas en el discurso de un año conforme al rezado romano, las cuales quiero se digan en la iglesia mayor de esta ciudad de Cuenca, en el altar de nuestra señora de la Concepción y no en otra parte...Ítem declaró que yo instituí de e hice escritura de capellanía ante Joan del Carpio escribano público de esta ciudad fundando la dicha capellanía en la Iglesia de San Blas de esta ciudad... (ANH/C. L. 519. NOT. 3. Fols. 4-5)

El privilegio de persistir en el mundo de los vivos a través de una placa o monumento visible, construido por lo general en la pared del templo, estaba circunscrito a un grupo reducido de nobles y religiosos y a ciertos personajes que habían contribuido con donativos a la edificación de la iglesia donde se localizaba la tumba (Varela, 1990).

San Blas y la práctica funeraria

Los historiadores Julio Delgado y Lourdes Guzmán (Delgado Ayo-ra y Guzmán Mogrovejo, 2018) gracias a sus trabajos en el marco del

proyecto que ha sido citado en los párrafos precedentes han ayudado a contextualizar el barrio de San Blas en relación con el resto de la ciudad, anotando que desde la fundación de la ciudad se establecieron acuerdos y consensos entre indígenas y españoles.

Como ya se mencionó, el desarrollo urbanístico obedece a una planificación virtual y previa que estuvo en función de su posición geográfica, economía y religión. La provisión del Virrey, la visita del Gobernador a la provincia de Tomebamba o repartimiento de los Cañares y designación del sitio de Paucarbamba como asiento de la futura ciudad, constituyeron elementos destacados en el informe enviado por Gil Ramírez Dávalos al virrey Andrés Hurtado de Mendoza, quien también figuraba como marqués de Cañete enterado, le instruyó sobre la estructura urbanística y límites de la nueva ciudad.

Cuenca, fundada el 12 de abril de 1557, inició su proceso poblacional y urbanístico de construcción de edificaciones civiles y eclesiásticas en su área urbana, en tanto que, la delimitación de ejidos o pastos formó su parte periférica, así, comenzó gradualmente con la plaza mayor, la iglesia matriz y convento de San Francisco, hospital, cárcel, casa de cabildo y en los solares proporcionados, casas de morada para los nuevos vecinos españoles. La mano de obra mayoritaria para efectuar las construcciones fue la indígena. El proceso urbanístico incrementó la población tanto de españoles como de naturales, y otros mestizos y esclavos.

En este desarrollo poblacional y urbanístico, los ejidos de la ciudad, tanto el de vecinos como el de la carnicería, se puebla de indígenas trabajadores de la provincia de Tomebamba y otros lugares de la Audiencia, a quienes, entre 1557 y 1581, los cabildos civiles y eclesiásticos los amparan declarándoles como poblados de indios y luego como doctrinas de indios; pasando así los ejidos de las salidas y entradas de la ciudad, hacia Loja y Quito, a ser las doctrinas de indios de San Sebastián y San Blas.

A lo que debemos anotar la proximidad de su ubicación con la ciudad imperial de Tomebamba, e inmediata al Qhapaqñan. Como apunta

Bárbara Molina (Molina, 2010, p. 2) la posible ubicación del Templo de Viracocha, cerca de San Blas, la convertiría en la construcción de importancia más cercana al actual barrio de San Blas. Sin embargo, existen hipótesis que sostienen que la Iglesia se puede haber asentado sobre algún sitio de significación religiosa (waqas).

Desde 1581 hasta 1590, Juan Muñoz Galán Oñate, español, pacificador y evangelizador de indios, tuvo presencia en la ciudad. En primera instancia, fue vecino y luego procurador, terminando por ser beneficiado de la doctrina de San Blas. Fue él quien fundó la parroquia e inició la construcción de su iglesia principal entre 1590 y 1607. Durante el tiempo en que estuvo como cura beneficiado, su labor se centró en fortalecer el proceso evangelizador de los naturales, a quienes redujo en cuatro pueblos con sus capillas. Esto conllevó a que, además de cristianizarlos, los indígenas se convirtieran en la base económica de sustento de la parroquia y sus curas, a través de los diezmos y los costos de los diversos rituales católicos.

Evangelizados, dogmatizados y reducidos en las doctrinas o pueblos de indios, los naturales debieron ajustarse a la práctica de los ritos tradicionales de la iglesia católica apostólica y romana. Y uno de ellos es el funerario, que representó jerarquía social y costos para los pobladores, pues, la práctica del ritual jerarquizado socialmente por la posición económica del difunto y su familia, hacían que el mismo tenga sepulturas en sitios privilegiados de las iglesias, los cuales, estaban en el altar mayor, capillas y suelo (Delgado Ayora y Guzmán Mogrovejo, 2018).

Estas prácticas funerarias no pasaron desapercibidas en la doctrina de San Blas, pues el registro documental señala una serie de enterramientos en esta iglesia, no solamente de naturales, sino también de mestizos, los cuales, ocupan uno y otro lugar en el altar y en torno de la misma. Lo dicho indica que la parroquia de San Blas, además de enseñar las buenas costumbres, cristianizar e impartir el dogma católico a los indígenas, también fue su cementerio. Previo a profundizar en las prácticas tanatológicas que se empleaban en el barrio, procederemos a delimitar el contexto espacial de la ciudad desde sus inicios.

Ritos funerarios en la doctrina de San Blas

En las poblaciones de las Indias Occidentales, los sitios de inhumación se hallaban a cargo de la iglesia, ubicándose por lo general en el interior de los templos y en sus atrios. La elección del sitio de entierro estaba determinada por criterios religiosos. Los costos aumentaban de acuerdo con la cercanía que el espacio guardara respecto al altar mayor, disminuyendo hasta llegar a las puertas y al cementerio, lugares destinados a los pobres y otros individuos que han tenido una muerte fortuita y no tenían familiares (Valdés Dávila, 2010).

El entierro en el templo se consideraba un signo de prestigio, accesible a las personas con mérito de santidad, a los miembros de las cofradías u órdenes religiosas y algunos de los personajes más influyentes y prestigiosos de la estratificada sociedad colonial (Vargas Díaz, 2022)

Los pagos de la conocida “rotura de tierra” eran elevados, no convertían al demandante en propietario del terreno ni le concedían el usufructo exclusivo y perpetuo del mismo, y de tiempo en tiempo, los restos eran exhumados revolviéndose unos con otros, sin distinción alguna, en el osario de la iglesia parroquial (Varela, 1990). El anonimato sería otro de los elementos característicos de este tiempo, por lo general no existía una señal visible que señalando el sitio exacto de la sepultura y las expresiones de monumentalidad funeraria eran limitadas. Si bien los túmulos funerarios se emplearon con frecuencia en el ceremonial de los notables, tenían un carácter efímero y se dismantelaban una vez concluidas las “honras fúnebres”.³

3 Las piras o túmulos funerarios se inspiraban en las estructuras que, en la antigüedad grecorromana, habían servido para incinerar los cadáveres. La religión cristiana adoptó esa costumbre, pero como prohibía la cremación de los cadáveres incorporó los armazones solo como un elemento simbólico que servía para honrar la memoria de los reyes, religiosos y otros personajes más o menos importantes. Un amplio y ya clásico estudio acerca de los túmulos fabricados en la Nueva España y en México se encuentra en Francisco de la Maza (1946). Para el caso de España, se puede consultar el libro de Victoria Soto Caba (1991), y el de Javier Varela (1990).

Antecedentes arqueológicos

Al fundarse Cuenca, tanto la distribución como la organización espacial, comprendía dos áreas: la una dedicada al asentamiento y ocupación española y el otro al de la población indígena. Siendo así, el primero refiere a la ocupación de la actual plaza central o Parque Calderón y algunas de sus manzanas aledañas. Mientras que el segundo comprendía el oriente y occidente de este naciente núcleo urbano con las parroquias de San Blas y San Sebastián (Idrovo Urigüen, 2012). A cierta distancia del perímetro de residencia de los blancos, los cuáles reemplazaron a los indígenas a través de la compra de tierras. En un esquema que al parecer se convirtió en un modelo en tendencia donde las habitaciones agrupadas a la sombra de los santuarios parecían replicarse (Poloni-Simard, 1997).

La iglesia de San Blas, al igual que la antigua ermita, se ubicaba relativamente cerca del lugar en el que se encontraba la ciudad inca-cañari Tomebamba, asentamiento prehispánico que se dividía en los sectores el Hanan y Hurin integrantes del sistema religioso que dependía del barrio de Pumapungo. En la colonia, el barrio de San Blas adoptó el nombre de el “Barrio de Arriba” (Neira, 2010, s/n) posiblemente vinculado a la pérdida de memoria de la antigua división *inca*, o quizá se debe estrictamente a la ubicación geográfica del mismo.

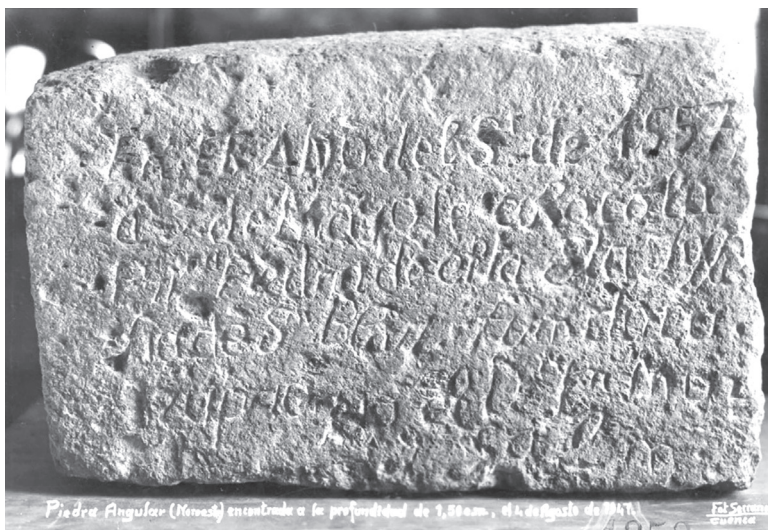
Por lo antes expuesto, las ermitas iban a servir de polos de residencia de los indígenas: la primera, al este estaba dedicada a San Blas, la segunda, al oeste a San Sebastián y San Fabián (Poloni-Simard, 1997). Situado al este de Cuenca, el templo fundado como la parroquia de indios por el obispo Pedro de la Peña, fue edificado por el presbítero español don Juan Muñoz Galán, en la época del ilustrísimo Señor Solís Obispo cuarto de Quito (1594-1606) (Pesantez, 2001). Suponiendo que para la construcción de la iglesia se utilizaron las piedras de las edificaciones que pertenecieron a Pumapungo como lo anota Terán Zenteno:

Es digno anotarse que el templo fue construido con los materiales de las fortalezas derruidas de los aborígenes y especialmente con los materia-

les del Pulmapungu (Puerta Defendida Por el León) que queda a corta distancia. (Terán Zenteno, 1947)

Figura 3

Piedra fundacional encontrada en las bases de la iglesia de San Blas



Nota. Archivo de Fotografía del Museo de Pumapungo con el código AHF 4252.

Las relaciones comerciales entre Quito y Lima convertían al barrio de San Blas en paso obligado, así como también proveía la mano de obra indígena en la que participaban cargadores, arrieros, que con ayuda de animales cargaban mercadería hacia el sur, lo que se cierta manera ayuda ampliar la mirada respecto a este barrio.

Investigaciones, prácticas o proyectos

En las últimas décadas, el campo de la arqueología ha presenciado una rápida evolución tecnológica. Los estudios geofísicos se han vuelto cada vez más frecuentes en investigaciones superficiales (Linford, 2006). Entre estas técnicas, el georradar, conocido comúnmente como GPR por

sus siglas en inglés (*ground penetrating radar*) (Sonnemann *et al.*, 2022), se destaca como una de las herramientas más económicas y con mayor resolución disponibles hasta la fecha (L.B. Conyers y D., 1997 citado en Bonomo *et al.*, 2009)

El georradar ha revolucionado la arqueología al permitir una exploración no destructiva y detallada de los entornos subterráneos su principio se basa en el envío de ondas electromagnéticas al subsuelo, las cuales al retornar, permite al sistema reconstruir una imagen bidimensional en tiempo real que revela anomalías presentes en el subsuelo (Barba *et al.*, 2015) y estructuras enterradas (Vázquez Roura, 2018) la radiofrecuencia entre 10 a 2500 MHZ (Barba *et al.*, 2015), este sistema ofrece una resolución sin igual, permitiendo reconstruir de manera precisa la composición y la disposición de objetos y capas en el subsuelo.

Barba (2015) experto en el uso de esta herramienta tecnológica considera capacidad del georradar para visualizar estas anomalías a diferentes profundidades, anomalías bajo superficie a distintas profundidades ha convertido el georradar en una herramienta de gran interés y apoyo en el ámbito de la investigación arqueológica, ya que se podrían planear estrategias de excavación a partir de la información recuperada (Barba *et al.*, 2015, p. 136). Esto se ha evidenciado en numerosos estudios arqueológicos donde ha desempeñado un papel crucial en la detección de entierros, estructuras subterráneas y características ocultas sin alterar el contexto original del sitio.

Esta tecnología ha sido empleada en sitios arqueológicos alrededor del mundo, revelando datos sorprendentes sobre civilizaciones antiguas. Desde la detección de antiguos caminos hasta la identificación de estructuras funerarias, el georradar ha permitido a los arqueólogos adentrarse en el pasado sin dañar los sitios de interés.

Su versatilidad y precisión han sido demostradas en diversos contextos, desde la delimitación de áreas de excavación hasta la planificación de proyectos de conservación. Asimismo, su uso ha ampliado el alcance de

la arqueología al proporcionar una visión tridimensional de los entornos históricos, enriqueciendo nuestra comprensión de la historia y la cultura de sociedades pasadas.

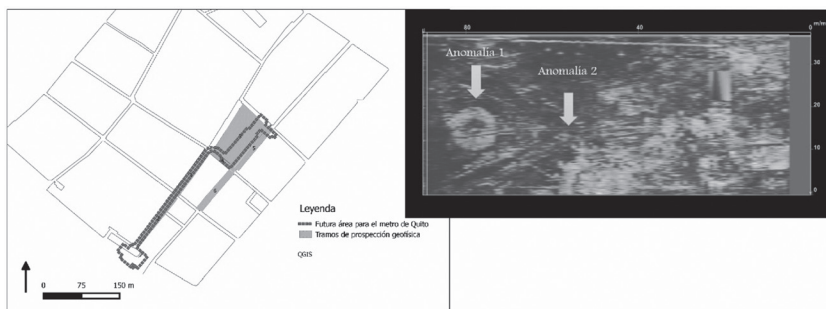
El georradar es una técnica geofísica no destructiva que proporciona una imagen del subsuelo midiendo los contrastes en las propiedades electromagnéticas de los materiales. Dichas propiedades son definidas por una serie de parámetros que, junto con las características de la onda emitida, determinan la propagación de la energía del pulso electromagnético por el medio. El resultado es la generación de una imagen del subsuelo con una altísima resolución vertical y lateral que posibilita caracterizar el entorno. El radar de subsuelo, ofrece la mejor solución de investigación con la mejor resolución posible. Las antenas de alta frecuencia ofrecen un método fiable y no destructivo de recopilación de información del subsuelo en tiempo real de forma eficiente y precisa.

Este tipo de metodología es aún de uso limitado en países como Ecuador, quizás por desconocimiento de las ventajas que puede generar, y su no utilización también podría deberse a la falta de empresas consultoras que presten este tipo de servicios. Geo & Geo, empresa consultora que acompañó este estudio, también ha colaborado en el proyecto realizado en la plaza de San Francisco de la ciudad de Quito y en las calles aledañas para cumplir con los requerimientos de los estudios previos a la construcción del metro.

Como se refleja en el trabajo inédito presentado ante el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural relacionado con el estudio de prospección geofísica, la plaza de San Francisco y las calles que la circundan (Delgado Florencio y Josefina Vásquez, 2015), espacios que constituyen un legado patrimonial entre las calzadas, casas y templos. Elementos que según Delgado se han convertido en testigos de la trayectoria humana que se remonta hasta la época precolombina hasta la creación de la república (Delgado y Vásquez, 2015, p. 1), por lo que la parte del centro histórico de Quito es cubierta como parte de las actividades de mitigación arqueológica previas a la construcción del metro de la ciudad.

Figura 4

Prospección geofísica, como parte de los estudios arqueológicos en Tramo del Metro de Quito y Plaza San Francisco



Nota. Florencio Delgado y Josefina Vásquez (2015).

Metodología

Durante la época colonial en Cuenca, las iglesias no solo se limitaban a ser espacios para ritos católicos como misas, matrimonios y bautizos; también funcionaba como un cementerio reservado mayormente para individuos prominentes de la sociedad cuencana debido a su influencia política, poder económico o relevancia social. A pesar de su uso extendido desde la colonia hasta el período republicano o siglo XIX (Vargas Díaz, 2022), el conocimiento sobre la ocupación de estos lugares sigue siendo limitado.

Esta investigación tiene como objetivo analizar las prácticas funerarias llevadas a cabo en la iglesia San Blas en Cuenca. Se postula que la integración y aplicación de tecnologías emergentes en el ámbito arqueológico, como el georradar y el análisis digital de datos, pueden proporcionar una herramienta invaluable para la identificación y documentación de evidencias arqueológicas dentro del contexto funerario de la iglesia. Este enfoque tecnológico promete enriquecer y optimizar los métodos tradicionales de investigación arqueológica, facilitando una comprensión

más completa y detallada de las prácticas funerarias en esta ubicación específica. Para ello, se propone un enfoque de carácter holístico que combine técnicas arqueológicas convencionales con estudios geofísicos, especialmente utilizando el georradar.

La investigación se dividió en dos fases: la primera, una intervención en la nave lateral norte, donde métodos de muestreo y excavación revelaron por lo menos cuatro periodos de ocupación. Se identificaron tres tipos de enterramientos y varias prácticas, requiriendo un espacio adicional para abordar estos detalles que no serán tratados en el presente escrito. (Vargas Díaz, 2018, 2022). Durante esta fase, se identificaron entierros primarios en posición supina, algunos con los brazos cruzados sobre el pecho y orientados de este a oeste, una disposición común en entierros cristianos para permitir ver a Jesús en el juicio final. Para obispos y miembros del clero, la orientación era hacia el oeste para vigilar a los feligreses (Jastremski, 2014b, 2014a, pp. 91-93).

Los primeros resultados de los estudios etnohistóricos buscaban identificar figuras prominentes del periodo colonial, como Muñoz Galán, quien en su testamento solicitó la fundación de una capellanía en la iglesia de San Blas. Estos datos ilustran interesantes aspectos históricos que podrían discutirse en detalle en otro contexto.

Por la temática de este libro, la información expuesta no ahondará en las prácticas funerarias y las formas de enterramientos o el uso del espacio en la sacralidad, como tampoco se resaltarán las condiciones socioeconómicas o de poder.

La segunda fase de la investigación, que es la que se ampliará en este documento presenta los resultados de la prospección geofísica en la nave lateral sur de la Iglesia de San Blas, que destaca su importancia en la metodología al identificar áreas de interés arqueológico.

El empleo de la prospección geofísica en contextos de arqueología urbana o al interior de los templos históricos representa para el arqueó-

logo e historiador otra manera de generar datos sin excavar (Sonnemann *et al.*, 2022, p. 62), o como en este caso en particular ayudan a sumar en la metodología del estudio arqueológico.

El *radar* de penetración terrestre o georradar/GPR se basa en la emisión por una antena desde la superficie del suelo, de impulsos electromagnéticos de corta duración con un estrecho rango de frecuencia (entre unos cientos de MHz y pocos GHz). Los impulsos que penetran en el subsuelo y se reflejan o difractan ante la existencia de cambios en la composición del mismo o de algún obstáculo que represente variación en las propiedades electromagnéticas del medio.

La antena receptora, ubicada en la superficie, mide el tiempo del retorno de la señal. La unidad de procesamiento integra un monitor y procesa sucesivamente la señal de respuesta para crear, con el desplazamiento de las antenas, una imagen bidimensional del subsuelo. Esta imagen espacio-temporal (desplazamiento en centímetros vs. tiempo en nanosegundos) pueden convertirse en un perfil de profundidades (en centímetros o metros) mediante la alineación de hipérbolas de reflexión provocadas por fuentes puntuales con fuertes contrastes electromagnéticos, como las reflexiones causadas por cavidades, el lecho rocoso u objetos metálicos.

Para ejecutar este proyecto, se empleó un georradar marca GSSI, modelo SIR System 3000, y sus accesorios, permitiendo una profundidad de hasta 3 metros con una antena de 400 MHz. Se llevó a cabo un minucioso registro de datos en la iglesia, analizando más de 1000 metros de la estructura.

La interpretación de los datos se realizó con el software RADAN 7, utilizando técnicas de ajuste vertical, filtrado de ruido y migración para identificar anomalías y objetos en el subsuelo. Estos procesos permitieron generar modelos en 3D del área estudiada, facilitando la identificación y análisis de elementos de interés.

Discusión y análisis

Varias son las anomalías que se pueden identificar en el subsuelo de la nave lateral sur de la iglesia. Por lo que ajustándonos a la hipótesis que orienta esta investigación se puede interpretar a dichas anomalías como posibles espacios de exhumación.

Figura 5

“Radargrama” Nave lateral sur, Transepto 1 tomado en dirección Este-Oeste, primera lectura orientada en dirección Sur

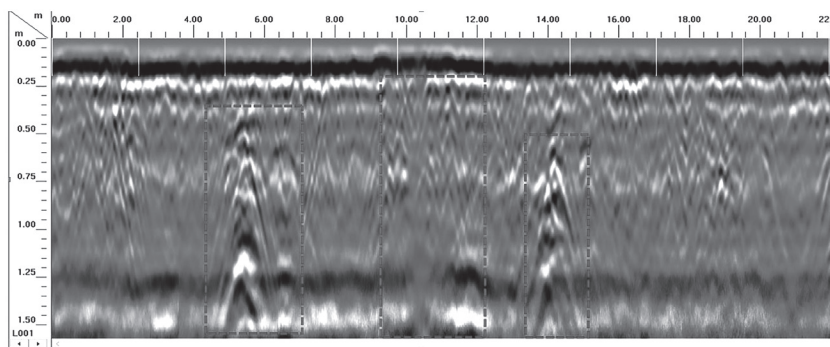


Figura 6

“Radargrama” Ala sur transepto 2 dirección Oeste-Este, segunda lectura

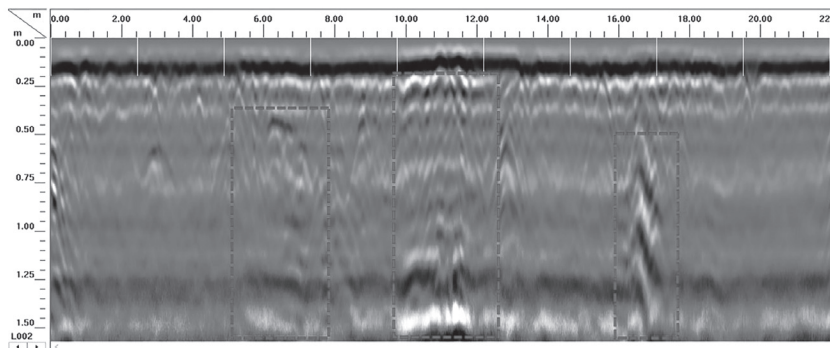
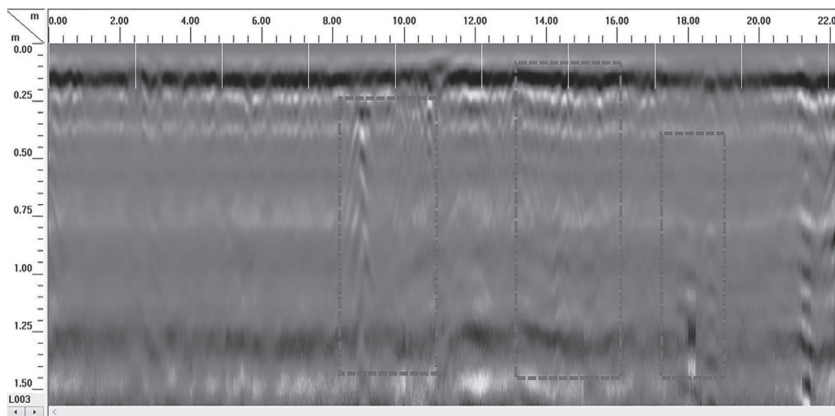


Figura 7

“Radargrama” Ala sur transepto 3 dirección Este-Oeste, segunda lectura orientada en dirección sur



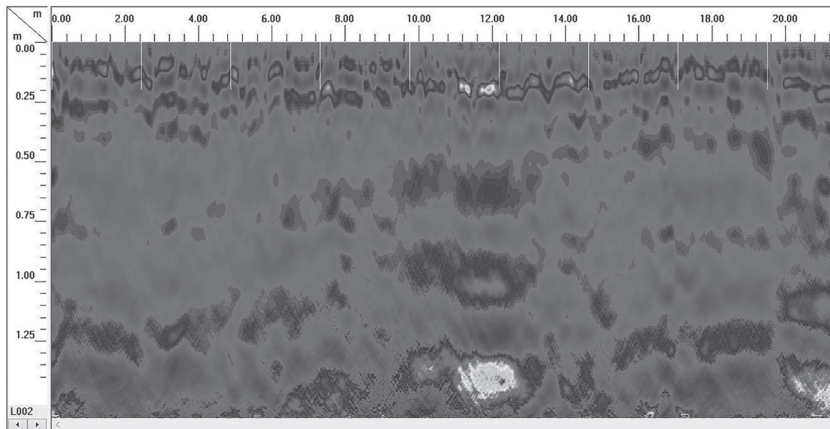
Nota. Alfredo Vásquez, Consultora Geo & Geo.

De los seis transeptos propuestos en la nave lateral sur; las imágenes previamente expuestas permiten observar anomalías entre los 10 y 12 metros de la nave, que en primer caso ha sido tomada como prioritaria, los trabajos de procesamiento realizados por la consultora Geo & Geo, y el empleo de software Radan 7, brindan una lectura algo más clara al respecto de las anomalías en la nave sur, como se pueden apreciar en las siguientes imágenes (Vargas, 2018).

La coloración rojiza, al parecer corresponderían a posibles vacíos existentes, mientras que por otro lado, las coloraciones fucsias y amarillas verdosas estarán relacionadas con la posible presencia de elementos más densos, por ende, lugares de interés que se pretenderán abordar en este trabajo, a fin de tratar de entender la ocupación de los espacios al interior de la iglesia como una constante en las prácticas mortuorias desde los primeros momentos de la colonia.

Figura 8

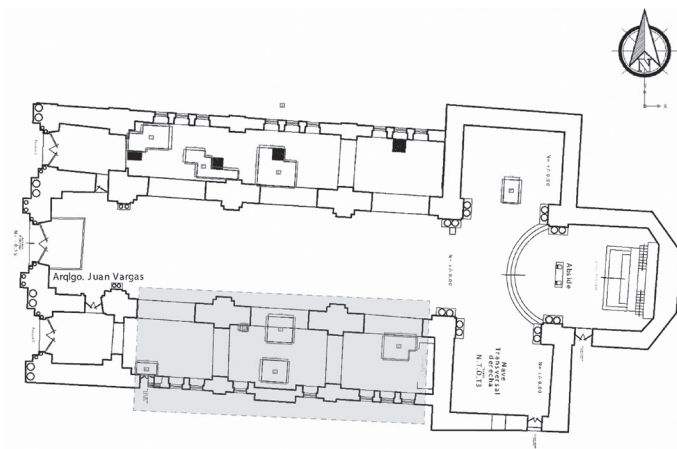
“Radargrama” Empleo de RADAN 7 sobre radargramas del Transepto 2, para identificar anomalías



Nota. Alfredo Vázquez, Consultora Geo & Geo.

Figura 9

Nave Lateral Sur de la Iglesia de San Blas, lugares de interés intervenidos gracias al empleo del georradar

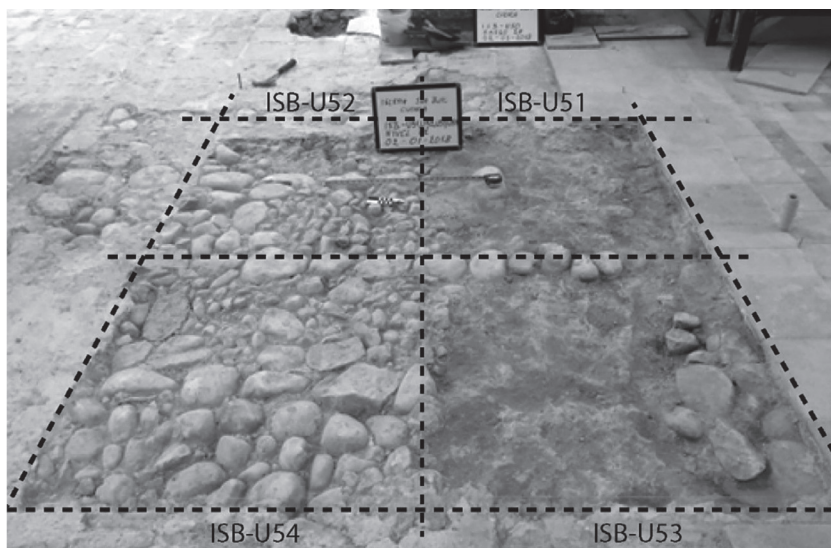


Luego del trabajo de gabinete y la toma de decisiones en la manera de registro y levantamiento de información, se efectuó la delimitación de las unidades de excavación. A fin de realizar un registro detallado de las acciones a ejecutarse se procede a organizar los espacios de intervención en diferentes grupos:

El Grupo 1 está conformado por las unidades ISB-U51, ISB-U52, ISB⁴-U53 e ISB-U54.

Figura 10

Conjunto 1, Ala sur de la Iglesia de San Blas unidades ISB-U51, ISB-U52, ISB U53 e ISB U54



4 Siglas que han sido utilizadas para la organización de la información Iglesia de San Blas (ISB), la U que corresponde a la Unidad de excavación (U) y el número que comprende la cantidad de unidades realizadas.

Este grupo 1 se encuentra separado en dos partes la primera integrada por las unidades ISB51 y ISB53, que conforman el perfil norte del presente grupo de unidades. Esta superficie está seccionada con unas líneas de piedras de mayor tamaño (entre 14 y 17cm), las cuales forman hileras en sentido N-S. El nivel en esta sección termina a una profundidad de 13 cm.

Identificando la cimentación⁵ de la iglesia de San Blas

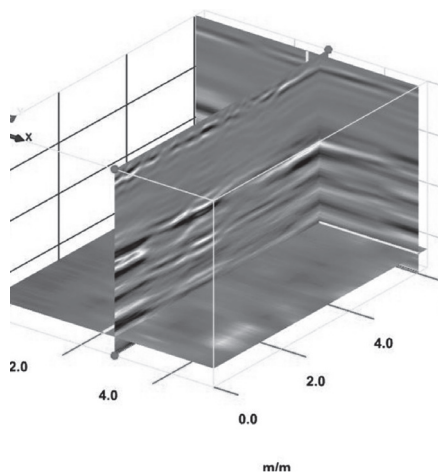
Mientras que la segunda sección de este grupo conformado por las unidades ISB 52 y ISB 54, corresponde al perfil sur del grupo. En esta se evidencia una capa de tierra color café claro y, su espesor es variable entre 0 y 2 cm. Este material al parecer fue usado como mortero para unir piedras con un diámetro promedio entre 20 y 30 cm y con una profundidad de 24 cm.

Las anomalías identificadas por el georradar son perceptibles a una profundidad de 50 cm, que en el marco de la organización de la información de nuestro estudio corresponde al nivel 3 donde es posible presenciar material cultural disperso. A partir de esta profundidad en adelante hasta llegar al nivel 8 durante la investigación arqueológica se pueden identificar elementos diversos relacionados con prácticas mortuorias de los que podemos anotar: madera, correspondiente a los ataúdes en cuyo interior se encuentran restos óseos humanos largos, que son los más densos, como cráneos, fémures, entre otros.

5 Elemento arquitectónico que comprende el sistema estructural soportante de dicha iglesia.

Figura 11

Representación tridimensional de la lectura con georradar de espacio intervenido



Lo que comprende el nivel 9 entre los 110-120 cm del grupo de la segunda sección, la matriz presenta un tipo de relleno con coloración café oscuro poco compacto, con pequeñas piedras. En esta capa ha sido posible identificar dos cráneos orientados hacia el S-E de las unidades, mientras que en el perfil opuesto se logran identificar maderas contiguas a la estructura constructiva de la iglesia. Mantienen dimensiones de 110 cm de largo.

Hacia el O de la unidad ISB 54, se ha podido registrar ceniza y material óseo en mal estado de conservación.

En el nivel 10, entre los 120-130 cm (ISB-U52 e ISB-U54) hay una matriz con una coloración café oscura poco compacta, con presencia de piedras pequeñas. Se evidencia otro cráneo en la sección N-E de la unidad ISB 52 al igual que huesos asociados a la madera, sin embargo, parecen estar fuera de estas maderas paralelas. También se recupera una moneda cerca del perfil sur al parecer no asociada a los rasgos.

A una profundidad de 130-140 cm en el Nivel 11 en nuestro registro (ISB-U52 e ISB-U54) se ha podido identificar material de relleno café oscuro poco compacto, con presencia de piedras pequeñas. También en esta unidad hay cráneos y madera paralela a los cimientos arquitectónicos.

Figura 12

Restos óseos y evidencia de ataúd, junto a la estructura constructiva de la iglesia, en la unidad ISB-U52



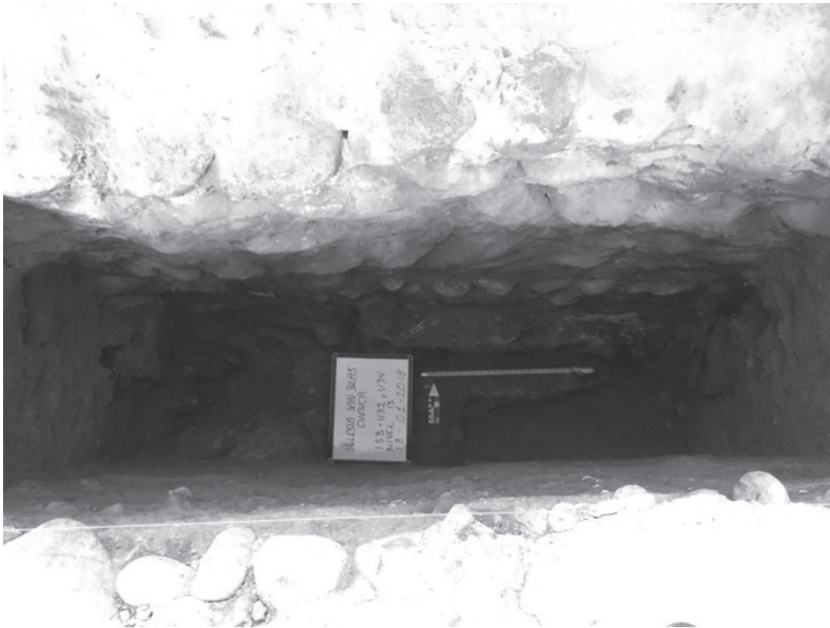
El nivel 12 y a una profundidad de 140-150 cm (ISB-U52 e ISB-U54) se evidencia material de relleno café oscuro poco compacto, con presencia de piedras pequeñas. Existe acumulación de huesos en mal estado a lo largo de la cadena soportados con maderas paralelas a esta. Hacia el oeste los huesos están asociados a cráneos.

En el nivel 13, entre 150-160 cm (ISB-U52 e ISB-U54) se llega al nivel de cascajo a 154 cm, donde, al parecer debieron existir ciertas mo-

dificaciones posiblemente relacionadas con las prácticas mortuorias, más tempranas. Quizá relacionadas con los primeros momentos de ocupación de este espacio; sustentados en las modificaciones y cortes en el cascajo. Las lecturas de georradar responden a la coloración amarillenta por lo compacto y denso del cascajo.

Figura 13

Evidencias de maderas y restos óseos a una mayor profundidad próxima al cascajo



En lo que comprende entre 160-197 (ISB-U52 e ISB-U54) el relleno antes mencionado llega a los 197 cm de profundidad, debido a las condiciones relacionadas con el tiempo y presupuesto los trabajos no han podido ahondar más, dando por culminadas las actividades.



Conclusiones y recomendaciones

Los resultados de laboratorio referente al tipo de suelo de la nave lateral sur reflejan principalmente la presencia de suelos de grano fino, predominando arenas, limos y arcillas. Estas condiciones del suelo contribuyeron a la lectura del georradar. Los trabajos de prospección geofísica concluyen lo siguiente:

- Una heurística que indudablemente mejora la metodología en la investigación arqueológica. Es necesario considerar el lugar propuesto para la investigación, garantizando condiciones geológicas óptimas que maximicen la eficacia de los estudios.

- Los espacios vacíos identificados en los radargramas corresponden a áreas que estaban llenas durante las actividades de exhumación con materiales propios del rito. Estos espacios se liberan con el tiempo debido a la descomposición y destrucción de materiales perecederos manifestándose como manchas detectadas por el georradar, en respuesta a los espacios vacíos.
- En este estudio no se identificó la presencia de artefactos metálicos que acompañaran a individuos o que formaran parte de los ataúdes o nichos. Sin embargo, este aspecto debería ser considerado o planeado de mejor manera en futuras investigaciones, en especial si los materiales pueden ser más evidentes.
- En concordancia con múltiples autores, el uso de esta herramienta optimiza notablemente el tiempo y los recursos. Por ende, se recomienda considerar su implementación en proyectos que aborden prácticas mortuorias o la identificación de estructuras. Esto ayudaría a maximizar los recursos que suelen ser limitados en la práctica arqueológica.

Es relevante destacar que la implementación de herramientas tecnológicas en la gestión e investigación del patrimonio arqueológico, como las prospecciones geofísicas realizadas en la iglesia de San Blas, constituyen el único estudio de esta índole llevado a cabo en un espacio de culto católico en la ciudad de Cuenca. Estas prospecciones han proporcionado información contrastable con los trabajos de campo realizados a partir de la información recopilada. Los restos óseos humanos se encontraron en áreas donde se detectaron las mayores anomalías en el subsuelo. Las lecturas que ofrecieron información a una profundidad cercana a los dos metros resultaron fundamentales para determinar metodologías de intervención arqueológica.

A ello que se debe sumar que este tipo de tecnología es incluido entre las técnicas no destructivas ni invasivas, utilizadas en la construcción y, que se adapta de manera eficiente al ámbito de la arqueología con elevados niveles de eficacia (García Ruiz-Espiga y Avial Bell, 2023).

El tipo de suelo también juega un papel crucial en estos estudios y su posible interferencia con las frecuencias magnéticas. Suelos muy arcillosos o con alto contenido de pizarras podrían afectar los resultados, por lo que los estudios de suelos serán imprescindibles en áreas con características especiales.

Agradecimientos

Las prospecciones geomagnéticas integradas en los trabajos de investigación llevados a cabo dentro de una iglesia en el centro histórico de la ciudad de Cuenca han sido las primeras empleadas por el incipiente Departamento de Arqueología y Paleontología, parte de la Dirección General de Áreas Históricas y Patrimoniales del GAD Municipal del Cantón Cuenca, del que fui parte desde 2016 hasta 2023. Agradecemos la confianza y apoyo brindado por las autoridades de aquel entonces, en especial al arquitecto Pablo Barzallo y a la arquitecta Diana Piedra que acompañaron su financiamiento y ejecución.

También se extiende el agradecimiento al equipo de trabajo de campo conformado por los arqueólogos y colegas Daniel Soria, Silvia Guzmán y Maritza Yunga. Así como también el agradecimiento a la consultora Geo & Geo, especializada en los estudios de carácter geológico, bajo la dirección del Ing. Alfredo Vázquez por la información proporcionada en el trabajo de lecturas geológicas.

Un agradecimiento especial a Blas Garzón Vera, coordinador del simposio “Uso de Tecnologías para la gestión y preservación de bienes patrimoniales”, presentado en el XI Congreso Ecuatoriano de Historia 2023-UASB por permitir la publicación de este trabajo de investigación, en las memorias de este relevante espacio de reflexión, debate e investigación relacionado con el patrimonio.

Referencias bibliográficas

- García Ruiz-Espiga, A., Avial Bell, L. y Soler Severino, M. J. (2023). Applications of ground penetration radar geophysical technology together with infrared thermography, ground electromagnetic survey and other complementary technologies, in construction. Limitations and possibilities. *Informes de La Construcción*, 75(569). <https://doi.org/10.3989/ic.89444>
- Barba, L., Muñoz, I., Ortíz, A. y Blancas, J. (2015). El uso de técnicas geofísicas para determinar sistemas constructivos y materiales presentes en los Túmulos del período Formativo en el Valle de Azapa, Arica, Chile. *Chungara, Revista de Antropología Chilena*, 47(1), 131-156.
- Bonomo, N., Cedrina, L., Osella, A. y Ratto, N. (2009). GPR prospecting in a prehispanic village, NW Argentina. *GPR Journal of Applied Geophysics*, 67(1), 8087. <https://doi.org/10.1016/J.JAPPGEO.2008.09.013>
- Chacón Zhapan, J. (1983). *Libro Quinto de Cabildos de Cuenca 1579-1587*. (Archivo Hi). Xerox del Ecuador S. A.
- Delgado Ayora, J. C. y Guzmán Mogrovejo, L. (2018). *Doctrina de San Blas: ritos funerarios 1545-1745*.
- de la Maza, F. (1946). Las piras funerarias en la historia del arte de México. Grabados, litografías y documentos del siglo XVI al XIX. En *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, Imprenta Universitaria.
- Idrovo Urigüen, J. (2012). *Prospección Arqueológica en la Iglesia de San Blas, Cuenca- Ecuador*.
- Jastremski, N. A. (2014a). Análisis antropológico forense: Osamentas del patio sur de la Escuela Central. En *Escuela Central: Investigación histórica, recopilación de textos y estudios* (pp. 91-111). GAD Municipal del Cantón Cuenca, Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales.
- Jastremski, N. A. (2014b). *The interaction between biological ancestry, hybridization, and mortuary practices in the colonial ecuadorian city of Cuenca*. Unpublished PhD Dissertation. State University of New York Binghamton, NY.
- Linford, N. (2006). The application of geophysical methods to archaeological prospection. *Reports on Progress in Physics*, 69, 2205-2257.
- Molina, B. (2010). *Informe histórico San Blas para el proyecto EDEC*. Municipalidad de Cuenca.
- Neira, G. (2010). *Estudio histórico de San Blas*. Cuenca-Ecuador. Informe histórico, presentado como complemento del estudio arqueológico realizado en 2012 en el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.

- Pesantez, G. (2001). *Cuenca y la vida de los barrios en la colonia*. Casa de la Cultura Ecuatoriana, Núcleo del Azuay.
- Poloni-Simard, J. (1997). Formación, desarrollo y configuración socio-étnica de una ciudad colonial: Cuenca, siglos XVI-XVIII. En *Hispano-Americanos, Anuario de estudios americanos* (pp. 413-445).
- Sonnemann, T. F., Carraz Hernández, O. R., Arencibia Iglesias, S. R. y Arrazcaeta Delgado, R. (2022). Cisternas históricas como indicadores de la gestión urbana del agua. Estudios de georradar en tres patios domésticos en la Habana Vieja. *Ciencia y Sociedad*, 47(1), 59-70. <https://doi.org/https://revistas.intec.edu.do/index.php/ciso/article/view/2260>
- Soto Caba, V. (1991). Catafalcos reales del Barroco español. Un estudio de arquitectura efímera. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Terán Zenteno, C. (1947). *Índice histórico de la Diosecis Católica de Cuenca 1919-1944*. J. M. Astudillo.
- Valdés Dávila, A. V. (2010). Tumbas y cementerios en el siglo XIX mexicano. *Boletín de Monumentos Históricos*, 74-85.
- Varela, J. (1990). *La muerte del rey. El ceremonial funerario de la monarquía española, 1500-1885*. Ediciones Turner.
- Vargas Díaz, J. P. (2018). *Intervención y excavación arqueológica en la iglesia de San Blas: entendiendo las prácticas funerarias de la naciente Cuenca*. Investigación arqueológica desarrollado para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Cuenca, Informe final preparado para el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural Regional 6.
- Vargas Díaz, J. P. (2022). *Prácticas mortuorias al interior de las iglesias en los Andes Ecuatorianos: Estudio de caso de la Iglesia de San Blas en Cuenca-Ecuador*. (Tesis previa a la obtención de título de Magister en Arqueología del Neotrópico). Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)-Guayaquil-Ecuador.
- Vázquez Roura, A. (2018). *Prospección Geofísica en la Iglesia de San Blas*.

Fuentes primarias

Archivo General de Indias (AGI)

- AGI, QUITO, 83, N. 26 - Imágenes 1- 34.
- AGI, QUITO, 86, N. 53 - Imágenes 1- 118.

Archivo Nacional de Historia Cuenca (ANH/C)

ANH/C: L. 489. Not. 3.

ANH/C. L. 519. Not. 3.

ANH/C: L. 521. Not. 3.

ANH/C: L. 528. Not. 3.

ANH/C: L. 533. Not. 3.

ANH/C: L. 541(b). Not. 3.

AHCA/C, núm doc. 245, Fondo Vistas Pastorales, f. 291

Fuentes documentales y la labor del historiador para el estudio y conservación del Qhapaq Ñan

Andrea Soledad Miniguano Trujillo
Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba (Ecuador)
h.residenter4@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-2621-9227>

Introducción

El propósito de este texto es exponer la importancia de la utilización de las fuentes documentales que se encuentran en los repositorios locales, nacionales y extranjeros para la producción de investigaciones históricas que permitan la recuperación del Qhapaq Ñan a través de la comprensión del uso, abandono, conservación, alteración, dinamización y paisaje cultural en torno al camino, esto es necesario para producir información que pueda ser orientada a la producción de insumos de planificación territorial que incluya a este patrimonio, productos comunicacionales educativos y turísticos que tengan una solvencia orientados a la preservación.

Otro de los objetivos es ampliar la visión de este elemento patrimonial para superar aquella visión tradicional del camino solo visto como patrimonio arqueológico inmueble. Es importante visualizar al Qhapaq Ñan como un dinamizador de patrimonio inmaterial en torno a sus comunidades colindantes y entender al camino como eje del desarrollo de

una región, localidad o un territorio macro. Se trata de un patrimonio que movilizó la economía, recreó actividades culturales, sociales y acciones políticas, no solo al momento de su construcción y de la época inca, sino que ha sido utilizado en las diferentes etapas de la historia ecuatoriana. De esta manera el camino es un sujeto histórico de estudio e hilo conductor de memorias y saberes.

Finalmente, en esta propuesta se desea proponer estrategias teórico-metodológicas para lograr el planteamiento de un proceso de investigación histórica documental, aprovechando la información que actualmente reposa en archivos y para ello se utilizarán los marcos conceptuales de “larga duración” de Fernand Braudel y “lugares persistentes” de Schlager.

Desarrollo

Planteamiento de la problemática detectada

Al revisar la bibliografía producida en el Ecuador sobre el Qhapac Ñan o Camino Real del Inca, se evidencia que la mayor parte de las investigaciones, estudios y proyectos sobre los tramos de este camino que cruzan el país, han sido realizadas desde las perspectivas arqueológica y arquitectónica, como demuestra el cuadro 1. Contados son los estudios que abarcan otras disciplinas o son de carácter interdisciplinar. Los estudios de John Hyslop (1990) y Antonio Fresco (1994-2004) son considerados clásicos fundamentales para plantear antecedentes y realizar un estado del arte sobre el camino del inca en tanto abordan preguntas básicas sobre la infraestructura, caracterización, descripciones de crónicas, identificación de ramales etc.

En la *Nueva Historia del Ecuador* se encuentra un capítulo escrito por Udo Oberem (2009) desde los trabajos arqueológicos y su comprensión del imperio inca en cuanto a su organización, estructura social y medidas de aculturación, entre las que se destacan el establecimiento de la red vial. Por otra parte, están los estudios interdisciplinarios que parten de una base

arqueológica orientada al turismo, como por ejemplo *Ruta arqueológica Qhapaq Ñan: reconstruyendo la historia del Tomebamba imperial* de Gerardo Castro en el 2007 desde las necesidades del Ministerio de Turismo.

La producción incrementa a partir de los primeros esbozos para los procesos de patrimonialización, momento en el que los estudios de infraestructura, materialidad, territorialidad se vuelven prioritarios para el sustento del expediente técnico que respalda las declaratorias, así como para su difusión y conservación, desde la perspectiva estructural y monumental del patrimonio material. Como hitos de este proceso podemos destacar:

- El 10 de octubre de 2001, el entonces Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Ecuador mediante el acuerdo ministerial No. 4308 declara: Patrimonio Cultural de la Nación a varios tramos existentes y por investigarse del QHAPAQ ÑAN (Camino Principal del Inca). Como menciona (Gómez Salazar, 2010) “Se consideró que el Ecuador por medio del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural está obligado a preservar, revalorizar y apoyar el desarrollo, estudio y conocimiento de los sitios arqueológicos del país y la defensa de su patrimonio”.
- Para el 2003 los seis países andinos: Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile, se comprometen a respaldar el Proyecto Qhapaq Ñan-Camino Principal Andino, para que sea nominado como Patrimonio Mundial.
- A raíz de la desaparición-robo del bien mueble conocido como “custodia de Riobamba”, el 21 de diciembre de 2007 se emite en el Registro Oficial 816; la declaratoria de Estado de Emergencia en el Sector de Patrimonio Cultural a nivel nacional con el objeto de establecer las medidas y mecanismos para el control, uso y acciones orientadas a la preservación de los bienes patrimoniales del Estado ecuatoriano, para que cuya desaparición no generen una grave conmoción interna, según se menciona en el artículo 1.
- El Qhapaq Ñan o Sistema Vial Andino, durante la 38 reunión del Comité de Patrimonio Mundial de la Organización de las Naciones

Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, fue inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO, 21 de junio de 2014, en la categoría de Itinerario Cultural (Ministerio de Cultura de Perú, s.f.)

Con estos antecedentes, los estudios sobre el sistema vial andino parten desde la concepción patrimonial de bien inmueble arqueológico, generando un análisis de su manejo, conservación, gobernanza y parte de la dinamización cultural enfocada desde la materialidad de la infraestructura. Es así como tenemos los estudios interdisciplinarios para la declaratoria en el 2009 por el Ministerio Coordinador de Patrimonio y la consultora Charlieg, también la obra titulada: *Los Tesoros del Qhapaq Ñan*. Editorial El Conejo, UNACH. Derivado del “Proyecto Qhapaq Ñan” del Ministerio Coordinador de Patrimonio Natural y Cultural en el 2011, con un enfoque desde la sierra centro, mientras que para el caso de la sierra sur aparece la obra: *El Qhapac Ñan: una investigación interdisciplinaria en el sur del Ecuador*, elaborada en 2018, dirigida por Diego Suárez García.

De igual forma también se orientarán los estudios hacia la conservación de este bien, para demostrar acciones de monitoreo, diagnóstico, caracterización y análisis, orientados a preservar desde las entidades del Estado. La conservación debe estar compuesta por lineamientos, jurisdicciones, normativas y legislaciones y de constantes valoraciones sobre posibles alteraciones o patologías; identificación de los factores de deterioro, selección de posibles tratamientos para su aplicación y un conocimiento riguroso del inmueble patrimonial (González 2008). En consecuencia, la Secretaría Técnica de Qhapaq Ñan-Ecuador, elabora en el 2019 un compendio titulado: *Guía para la capacitación en conservación preventiva de estructuras arqueológicas en piedra y tierra. Qhapaq Ñan, Sistema Vial Andino*, mientras que con un enfoque más local el Instituto Metropolitano de Patrimonio produce la obra llamada *Ecuador patrimonios del mundo en el 2022*.

Para el caso de las ciencias históricas tenemos tres obras para destacar, la obra de Jorge Moreno Egas titulada: *Los Tambos de la jurisdicción*

de Quito en el siglo XVI: su papel y su importancia (2004) con análisis documental, etnohistórico y desde la perspectiva de la historia social tenemos la comprensión de una estructura como es el tambo, centro de encuentro, intercambio y pernoctación que se encuentran a lo largo de todo el trazado del camino del inca. Para el 2017 aparecerá un abordaje clásico pero muy necesario, con un buen nivel de producción y comprensión de la espacialidad, del desarrollo categórico de los cambios a través del tiempo, en la obra de Inés del Pino titulada: *Espacio urbano en la historia de Quito: Territorio, traza y espacios ciudadanos*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Derivado de su estudio doctoral, que es abordado desde la historia de la arquitectura, de la urbanidad en una profunda comprensión de la configuración geográfica, geológica y uso del espacio urbano de Quito y sus preexistencias culturales.

Carlos Espinoza hace una contribución diferente con su obra, también derivada de su tesis doctoral: *El Inca barroco. Política y estética en la Real Audiencia de Quito, 1630-1680* (2015), que originalmente fue realizada en inglés, sin embargo, su traducción y frescura en el discurso, comunica el complejo sistema de los primeros años coloniales. El estudio no se centra en el camino, pero arroja una información muy importante con un análisis de fuentes primarias desde el estudio de la memoria, la política subalterna y la cultura política en los Andes coloniales.

A pesar de estas publicaciones, el desafío para los estudios históricos sigue en pie, pese a tener obras de gran relevancia y con un análisis de fuentes y de temporalidad adecuados, uno de los objetivos a seguir es el de hacer estudios históricos con rigurosa metodología de manejo de fuentes a través del tiempo, en diálogo con las herramientas teóricas que nos pueden brindar varias escuelas históricas, o conceptuales provenientes de otras disciplinas como, por ejemplo, el concepto de paisaje cultural:

Los paisajes culturales son procesos en constante movimiento y por ello deben leerse en sus características multiescalares y multidimensionales. En lo multiescalar nos referimos a su delimitación espacial, desde expresiones domésticas, extendiéndose por lo barrios, calles, caseríos,

comunidades, ciudades y regiones. Lo multidimensional son aquellas expresiones que se han desencadenado a partir de las continuidades y rupturas a lo largo del tiempo, expresiones que se van manteniendo en las prácticas e imaginarios sociales y que de pronto por una situación determinada, se modifican, se desplazan y/o se dejan de practicar en un espacio específico. (León, 2018)

Marcelo León, autor de la *Guía Metodológica para el Paisaje Cultural Ecuatoriano*, ha comprendido las variaciones de los paisajes culturales ecuatorianos y cómo este marco conceptual puede ser una herramienta de gestión patrimonial, con una buena base de estudios interdisciplinarios. Otra opción que puede respaldar a los estudios históricos, en un diálogo con la cultura material, a través del concepto de la arqueología de paisaje, que abordaremos más adelante.

Para finalizar este recorrido, por las publicaciones del Qhapac Ñan cabe mencionar que existen informes arqueológicos en los centros documentales del INPC, así como tesis de pregrado que no se han incluido dentro de este análisis, debido a que no son comúnmente consumidos tanto por los gobiernos locales, las agencias de turismo y los diferentes agentes sociales que gestionan, investigan, trabajan o enseñan sobre este bien patrimonial.

Tabla 1

Bibliografía producida sobre el Qhapac Ñan en Ecuador

Obra	Año	Autor	Profesión o Disciplina desde donde trabaja.
<i>Inka Settlement Panning</i> . Texas, Estados Unidos: University of Texas Press.	1990	John Hyslop	Arqueología
“El Imperio Inca en el Territorio Ecuatoriano”. <i>Revista cultura</i> , No. 2, pp. 15-22.	1994	Antonio Fresco	Arqueología
<i>Ingañan: la red vial del imperio inca en los Andes ecuatoriales</i> . Quito, Ecuador: Banco Central del Ecuador.	2004	Antonio Fresco	Arqueología
“Los Caminos del Inca”. <i>Revista El Búho</i> , no. 9, p. 43.	2004	Antonio Fresco	Arqueología

Obra	Año	Autor	Profesión o Disciplina desde donde trabaja.
“Los Tambos de la jurisdicción de Quito en el siglo XVI: su papel y su importancia”. En: Jorge Núñez Sánchez (Ed). <i>Memoria Social y Conciencia Histórica en el Ecuador</i> . Quito, Ecuador: Casa de la Cultura Ecuatoriana “Benjamín Carrión”.	2004	Jorge Moreno Egas	Historia
<i>Qhapaq Ñan: la ruta inka de sabiduría. Abya Yala</i>	2006	Javier Lajo	Filosofía – antropología
<i>Ruta arqueológica Qhapaq Ñan: reconstruyendo la historia del Tomebamba imperial</i>	2007	Gerardo M. Castro Espinoza – Ministerio de Turismo	Arqueología – Turismo.
“El período incaico en el Ecuador”. En: Enrique Ayala Mora (Ed.). <i>Nueva Historia del Ecuador</i> . Quito, Ecuador: Corporación Editora Nacional.	2009	Udo Oberem	Arqueología
<i>Informe final de Puesta en Valor del Qhapaq Ñan-Red Vial Prehispánica- Provincia de Chimborazo</i>	2009	Ministerio Coordinador de Patrimonio - Charlieg	Trabajo interdisciplinario. Conservación arqueológica – arquitectónica.
El Inca barroco. Política y estética en la Real Audiencia de Quito, 1630-1680	2015	Carlos Espinosa Fernández de Córdova	Historia
Las organizaciones internacionales en la gobernanza Qhapaq Ñan-Gran Ruta Inca entre Ecuador y Perú	2011	Deyanira Gómez Salazar	Políticas Públicas y Gobernanza.
Los Tesoros del Qhapaq Ñan. Editorial El Conejo, UNACH. Derivado del “Proyecto Qhapaq Ñan” del Ministerio Coordinador de Patrimonio Natural y Cultural	2011	Celso Recalde, Pedro Torres, Galo Ramón, Juan Mancheno, Estuardo Gallegos, Julián Pucha, Anita Ríos	Antropología
<i>Espacio urbano en la historia de Quito: Territorio, traza y espacios ciudadanos</i> . Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.	2017	Inés del Pino	Historia de la Arquitectura

Obra	Año	Autor	Profesión o Disciplina desde donde trabaja.
<i>El Qhapac Ñan: una investigación interdisciplinaria en el sur del Ecuador.</i>	2018	Diego Suárez García	Geografía, geología, historia, antropología, arqueología y lingüística.
<i>“El qhapaq-ñan: un patrimonio mundial en proceso de revitalización espiritual”.</i>	2019	Fabián Saltos Coloma	Identidad, patrimonio y arqueología social
<i>Guía para la capacitación en conservación preventiva de estructuras arqueológicas en piedra y tierra. Qhapaq Ñan, Sistema Vial Andino</i>	2019	Secretaría Técnica Qhapaq Ñan- Ecuador	Conservación de patrimonio inmueble
<i>Ecuador patrimonios del mundo</i>	2022	Instituto Metropolitano de Patrimonio	Conservación y turismo de patrimonio

Relación con el tema de estudio

Fuentes (2007 p. 490) menciona que Michael de Certeau enfatiza la necesidad que el historiador sea consciente de su lugar de producción, y desde allí se instale para enunciar su propuesta. Hay que considerar las preguntas que interpelan constantemente al investigador, su subjetividad, contemplar al momento de actuar desde la objetividad. Como se menciona a continuación, los factores sociales e individuales son transcendentales para el trabajo investigativo:

Desde un primer momento, se ha señalado al investigador como un individuo con una historia y un capital cultural determinado, esto es, una subjetividad de la cual no puede despojarse en el momento de iniciar un estudio. Estas características propias del sujeto investigador van a determinar en mayor o menor medida el rumbo del estudio, no solo en la investigación social, sino también en la experimental. (Margarito, 2009)

Puesto que me alinee plenamente con esta perspectiva, he decidido dar cuenta de mi relación con el tema. Lo haré de manera narrativa en tanto considero que esta es una de las metodologías privilegiadas para la investigación.

La investigación narrativa, el estudio de la experiencia como un relato, entonces, es primero que nada y sobre todo una forma de pensar sobre la experiencia. La investigación narrativa como una metodología implica una visión del fenómeno [...] Usar la metodología de la investigación narrativa es adoptar una óptica narrativa particular que ve a la experiencia como el fenómeno bajo estudio. (Clandinin *et al.*, p. 22 en Blanco, 2011)

Relato personal

Como investigadora he podido participar muy de cerca en distintos proyectos relacionados con el Qhapac Ñan. En 2009 fui asistente de investigación del proyecto “Puesta en Valor del Qhapaq Ñan-Red Vial Prehispánica-Provincia del Chimborazo”. Charlieg Ingeniería Remediación Cía. Ltda. En aquel entonces era una estudiante de pregrado y conjuntamente con Gabriela Pavón, compañera de carrera, apoyábamos en la recolección de escasas fuentes documentales a la única profesional encargada de elaborar un informe del componente histórico del tramo asignado. En ese tiempo, que comenzaba a conocer la labor de un historiador, fui testigo de cómo era el equipo al que menor tiempo y financiamiento se le había asignado para el desarrollo de su investigación. Debido a estas limitaciones, el trabajo de análisis documental fue escasa, sin una línea base o metodología propia de los estudios históricos, razón por la cual el aporte del componente histórico se convirtió en un análisis de crónicas de indias y revisión historiográfica sobre lo escrito hasta ese entonces.

Años más tarde, en 2013, ingresé como investigadora y posteriormente como funcionaria al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, donde pude aprender la gestión, administración e investigación de los patrimonios culturales. Sin embargo, no me acerqué al tema Qhapaq Ñan, me era lejano debido a que la institución tenía un equipo especializado para dicho trabajo. Cabe mencionar que como historiadora muchas veces mi función fue limitada.

Además, primaba una visión material del patrimonio, el estudio del objeto en sí, por lo tanto, la función de los historiadores debía limitarse

a elaborar reseñas, buscar datos y fechas para incorporar a los documentos técnicos, expedientes, fichas, etc., mas no a la comprensión de la historicidad de los patrimonios. Esta propuesta se basa precisamente en el vacío y en las limitaciones encontradas durante estas experiencias, tomando en cuenta que:

Trabajar la historicidad implica, por lo tanto, observar los procesos -no se trata de un conjunto de “datos” objetivos siendo “recolectados”- y una materialidad que traen las marcas de la constitución de los sentidos que circulan en un espacio simbólico, marcado por la incompletitud y la relación con el silencio. (Orlandi, 1996 en Athayde, 2014)

Los patrimonios deben ser concebidos como entidades en continua transformación y estrecha relación con el tiempo y el espacio. Sin embargo, es crucial reconocer que su esencia radica en la interacción constante con las personas. Son estas interacciones las que generan y perpetúan dinámicas que, en última instancia, preservan y resguardan su memoria y valor.

En 2019 me incorporé al equipo de trabajo de la zonal 3 del INPC con sede en la ciudad de Riobamba, donde observaba a mis compañeros del área de control técnico: un arquitecto restaurador, técnicos de riesgos y arqueólogos, eran los encargados de desarrollar procesos de control, conservación y prevención del Qhapac Ñan. Es decir, en su mayoría un monitoreo físico de la materialidad de este patrimonio, con las directrices enviadas desde la Secretaría Técnica del Qhapac Ñan situada en Quito. A pesar de varios intentos locales desde la dirección técnica de conformar un equipo más interdisciplinario, esto no se pudo cristalizar hasta que una destrucción parcial de un tramo del camino y su correspondiente denuncia detonó la búsqueda de un sustento histórico sobre la existencia de un tramo en específico, entre Guasuntos y Achupallas.

Dado que se requerían argumentos para una demanda presentada por el INPC contra la comunidad, la información histórico-documental fue considerada como un recurso probatorio de vital importancia en el ámbito jurídico. La tarea de buscar fuentes documentales en Quito,

Alausí, Guasuntos y virtualmente en Bogotá y Sevilla en el plazo de un mes representaba un desafío considerable, porque no podríamos perder tiempo. La incertidumbre sobre la antigüedad del camino era palpable, más allá de las fichas de registro arqueológico que habían sido elaboradas durante el período del Decreto de Emergencia, no había mayor data arqueológica del tramo. Esta situación resalta una realidad: gran parte de la información sobre nuestro patrimonio cultural no está actualizada, lo que constituye una deficiencia que, para ser corregida, requiere una investigación histórica constante, incluso como parte integral del monitoreo continuo.

Finalmente, mi última experiencia previa a este estudio fue una consultoría contratada por el Instituto Metropolitano de Patrimonio (Quito) en 2022 para realizar estudios para valorar los vestigios de un pequeño tramo del QÑ, ubicado ahora al sur de Quito. Nuevamente la problemática volvía a repetirse: el trabajo asignado a la historiadora era una reseña para un expediente que debía elaborarse en un mes, mientras que el mayor tiempo de desarrollo e investigación se asignaba a los equipos de arqueología, antropología, impacto ambiental e ingeniería civil, la ciencia histórica quedaba reducida nuevamente a un recurso anecdótico y burocrático.

A partir de estas recientes experiencias, se reconoce la necesidad de abordar el estudio del Camino del Inca desde una perspectiva más amplia y holística. Propongo examinarlo a través del análisis de los fondos documentales coloniales y republicaciones, adoptando una visión de larga duración que sitúe al Qhapaq Ñan y sus ramales, como una entidad histórica en continuo ininterrumpido de estructuras y/o grupos estructurales, capaz de trascender el análisis circunstancial del camino y su fase de uso durante el imperio incaico o la colonia temprana, cuando coexistía con el poderío inca.

Coincido con Francois Choay (2007) en que el concepto de patrimonio es nómada, siempre en procesos de transformación y evolución. De acuerdo con Zuñiga Becerra (2017), el patrimonio ha evolucionado

desde ser inicialmente concebido como un elemento monumentalista hasta entenderse como una construcción social, desarrollada a través de un proceso simbólico en el que los conceptos de identidad y memoria adquieren una relevancia cada vez mayor (Dormael, 2012).

Considero importante el proceso de investigación que debe realizar un historiador para involucrar el aporte de la Historia en los estudios y conservación del QÑ, cuestión que me lleva a reflexionar de manera más general sobre el oficio del historiador y sus aportes.

Larga duración y lugares persistentes enfocados a la investigación y la conservación

Para nosotros los historiadores, una estructura es indudablemente un ensamblaje, una arquitectura; pero más aún, una realidad que el tiempo tarda enormemente en desgastar. Y transformar. (Braudel, 1979 p. 70)

Los antecedentes de las publicaciones y estudios realizados sobre el Camino del Inca en el Ecuador y la vivencia narrada sobre las experiencias en investigaciones previas realizadas por la autora, se evidencia que la mayor parte de acciones se han propuesto desde una perspectiva arqueológica y arquitectónica del bien. Como se puede observar en la *Guía para la capacitación en conservación preventiva de estructuras arqueológicas en piedra y tierra Qhapaq Ñan, Sistema Vial Andino, del 2019*, el enfoque se ha ubicado en la materialidad y se ha privilegiado la conservación preventiva orientada a reconocer patologías, afectaciones básicas y utilizar herramientas para la limpieza y mantenimiento en estructuras arqueológicas de piedra y tierra. Según se indica en la guía, el objetivo que se persigue es mejorar la calidad de vida de las poblaciones aledañas, no solamente protegiendo sus lugares simbólicos, sino abriendo posibilidades al desarrollo local. Sin embargo, en la práctica, la presente gestión patrimonial genera dudas sobre el impacto real que tiene sobre las comunidades la mejora física del camino, en tanto no se visualiza el cambio y el aporte que ha generado la convivencia con este patrimonio,

Por esta razón, se considera importante partir de una conceptualización del camino como un sujeto histórico, cuyo estudio se orienta a los procesos, hechos y coyunturas que han resultado de su conservación o su deterioro. Esto debe comprenderse desde los conceptos de la larga duración asociados a la interacción con sus usuarios, habitantes cercanos y contextos regionales más amplios.

El historiador francés Fernand Braudel con su concepto de larga duración, busca discernir la multiplicidad de voces de la historia, comienza por un tratamiento del espacio (la geohistoria) y se pregunta cómo los seres que lo habitan crean una identidad a partir de la interacción con el mismo. Analiza como las estructuras sociales, políticas, etc. cambian en un plano temporal. Según describe (Guerra, 2005 p. 127), Braudel toma el concepto de estructura del sociólogo Emile Durkheim (1989, p. 167), para quien “La causa determinante de un hecho social debe ser buscada en los hechos sociales precedentes, y no en los estados de conciencia individual”.

Una de las problemáticas de los estudios sobre el Sistema Vial Andino, ha sido que se han centrado solo en su temporalidad inicial de construcción y uso, es decir en la época inca o colonial temprana. Esto ha causado que los estudios históricos solo se enfoquen en rescatar los relatos de fuentes etnohistóricas tempranas o las crónicas de indias; produciéndose una lectura a partir de la corta duración e incluso de acceso a limitadas fuentes documentales, convirtiéndose en un bloqueo por una restricción temporal. Es decir, no continuar indagando en el devenir histórico posterior y usando fuentes históricas de los siglos siguientes.

El papel de la historia no ha sido tomado en cuenta al momento de proponer acciones permanentes de conservación de este patrimonio mundial. Es fundamental identificar fuentes documentales para conocer las transformaciones del Qhapaq Ñan a lo largo del tiempo, hasta llegar a la vinculación con sus actuales habitantes y su actual condición. En este sentido, se reafirma la idea de Braudel de que el tiempo corto es la más caprichosa, la más engañosa de las duraciones (Braudel, 1979 p. 66).

Las investigaciones que deben trabajarse para un mejor conocimiento de todo el sistema vial o de los tramos determinados que actualmente gestionan los gobiernos locales, no deben limitarse a una sola temporalidad sino a un permanente diálogo con el tiempo físico de la naturaleza (o tiempo lento) y tiempo social, tampoco deben centrarse en buscar acontecimientos pues, como considera Braudel: el acontecimiento es explosivo, tonante. Echa tanto humo que llena la conciencia de los contemporáneos; pero apenas dura, apenas se advierte su llama (pp. 64-65), generando una especie de historia monumental o hitos que quedan en la memoria colectiva, pero que no pueden ser comprendidos desde la praxis y la cotidianidad, negando la posibilidad de que el paso del tiempo y sus transformaciones sean de utilidad para que se trabaje en la planificación de la conservación desde una perspectiva más humana y real, que no solo quede en manos de técnicos patrimoniales o intervenciones esporádicas.

Pero Braudel se plantea en el mismo punto de partida el verdadero problema: ¿Cuál tiempo? Y ¿existe un solo tiempo o se debe de hablar de tiempos, en plural? [...Braudel responde] es imposible utilizar el mismo tiempo para estudiar fenómenos diversos. Existe un tiempo para estudiar fenómenos de larga duración [clima...] otro de duración media [ciclos de producción...] y finalmente uno de duración breve [...] es una verdadera dialéctica de la duración la que Braudel inventa [...]. (Romano, 1997, pp. 45-46)

El reto actual será el de establecer temporalidades o estructuras, identificar los tiempos de mediana y corta duración del Qhapaq Ñan, desde preguntas más específicas de investigación u orientadas a la comprensión de aspectos especializados de la interacción con el camino.

Braudel (1976) en su obra *El Mediterráneo y el mundo mediterráneo en la época de Felipe II*, el sujeto histórico es el Mediterráneo, mientras que para esta propuesta lo es el Qhapaq Ñan. El mar Mediterráneo es un personaje que se encuentra habitado por varias civilizaciones interactuantes (latina, griega, islámica, judía) (Guerra, 2005 p. 126) Para el caso del Qhapaq Ñan del actual Ecuador, podemos hablar de varias fases o grupos culturales que lo han habitado y que han interactuado a lo largo del tiempo,

como por ejemplo: los incas, puruhas, cañaris, panzaleos, quitus, cayambis, etc.; o en los habitantes de cada época en constante transformación social, aquellos de la Real Audiencia de Quito, los grancolombinos, o los de la nación incipiente ecuatoriana, los republicanos de los siglos XIX y XX e incluso aquellos de la historia reciente.

Esta propuesta también considera importante involucrar el concepto de “lugares persistentes” definido como aquellas localidades que muestran un uso reiterado durante la ocupación a largo plazo de una región (Schlanger, 1992). Este concepto involucra tres aspectos: las cualidades únicas del lugar, la inversión realizada en la construcción de rasgos y estructuras que puedan ser atractivas para su reocupación y el grado de redundancia en la ocupación en el largo plazo (Figuerro y Mengoni, 2010, p. 1321) El Camino del Inca o Qhapaq ñan cumple con los aspectos de ser un lugar persistente o un conjunto de lugares persistentes, como se puede evidenciar en la descripción base que da la página oficial de la UNESCO:

Se trata de una vasta red viaria de unos 30 000 kilómetros construida a lo largo de varios siglos por los incas —aprovechando en parte infraestructuras preincaicas ya existentes— con vistas a facilitar las comunicaciones, los transportes y el comercio, y también con fines defensivos. Este extraordinario sistema de caminos se extiende por una de las zonas geográficas del mundo de mayores contrastes, desde las cumbres nevadas de los Andes que se yerguen a más de 6 000 metros de altitud hasta la costa del Pacífico, pasando por bosques tropicales húmedos, valles fértiles y desiertos de aridez absoluta. (Centro de Patrimonio Mundial, s/f)

Según el concepto de Schlager, este comprende el uso de paisajes *partindo do pressuposto de que em função de certas particularidades (tanto de ordem histórica, econômica, política, social, religiosa ou cultural), os espaços são ocupados em longa duração refletindo na distribuição e formação do registro arqueológico* (Fagundes y Mucida, 2010, p. 216) Lo cual se puede evidenciar en los criterios de la declaratoria del Sistema Vial Andino (Centro de Patrimonio Mundial, 2014):

Criterio (ii): El Qhapaq Ñan exhibe importantes procesos de intercambio de bienes, comunicaciones y tradiciones culturales dentro de un área cultural del mundo que creó un vasto imperio de hasta 4200 km de extensión en su apogeo en el siglo XV. Se basa en la integración del conocimiento ancestral andino anterior y los aspectos específicos de las comunidades y culturas andinas que forman un sistema organizativo estatal que permitió el intercambio de valores sociales, políticos y económicos para la política imperial. Varias estructuras en el camino proporcionan evidencia duradera de recursos valiosos y bienes comercializados a lo largo de la red, tales como metales preciosos, mullu (*Spondylus* sp), alimentos, suministros militares, plumas, madera, coca y textiles transportados desde las áreas donde fueron recolectados, producidos o fabricados, para los centros incas de varios tipos y para la propia capital.

Varias comunidades, que siguen siendo custodios de los componentes de esta vasta red de comunicación inca, son recordatorios vivos del intercambio de valores culturales incluyendo el idioma.

Este criterio permite destacar el legado de la cultura material que ha revelado los sistemas de intercambio a lo largo de una extensa red interconectada, otorgando importancia a cada punto que hay tenido su especialidad, ya sea a nivel local, regional o incluso micro o macrorregional. Sin embargo, lo que más trae de esta perspectiva es la descripción de la persistencia, que evidencia que luego de siglos de construcción de este monumento o itinerario cultural como lo denominó la UNESCO, sigue en vigencia y en dinamización cultural con la relación que tienen los habitantes que están alrededor de él. Es indispensable comprender el dinamismo geográfico urbano o rural de las poblaciones alrededor del camino.

Los conceptos de larga duración y lugares persistentes se apoyan a la perfección, ambos han sido usados para estudios históricos, arqueológicos, geográficos o interdisciplinarios. Braudel reflexiona que gracias a la arqueología que necesita grandes espacios cronológicos, la función de vanguardia de los estudios consagrados a la antigüedad clásica. Fueron ellos quienes, ayer, salvaron nuestro oficio (1992, p. 67). De la misma manera para mí ha sido fundamental trabajar y reflexionar de la mano de

los arqueólogos, con sus propias preguntas de investigación o sus desafíos en la gestión o control técnico de los patrimonios.

Al unir las propuestas de Braudel y Schlager, podemos concebir los lugares persistentes como testigos y portadores de estructuras de larga duración. La historia se encara en las características físicas o en su geografía y en las prácticas culturales o, a decir del historiador francés, en las prácticas cotidianas. El lugar persistente subraya la interconexión entre los espacios geográficos y el tiempo histórico, de manera que los lugares actúan como nodos que experimentan y reflejan las transformaciones lentas pero significativas de las que habla Braudel. Para acceder a estos lugares persistentes, es imprescindible generar un conocimiento histórico del territorio capaz de ser aplicado a futuros proyectos de gestión y conservación.

Consideramos importante crear una planificación territorial vinculada a la gestión de este patrimonio cultural, reflexionando sobre las huellas del uso de un camino. En la cotidianidad somos consumidores de caminos, nos reapropiamos del espacio para las labores, interacciones y encuentros, igual que algunos tramos pueden entrar en desuso por diversas causas, todo esto se podrá evidenciar con la cultura material y/o fuentes documentales. Para finalizar este apartado teórico-metodológico se considera que otra perspectiva que puede aportar a esta comprensión del tiempo y del espacio, es la propuesta filosófica heideggeriana del Ser y el Tiempo:

Con la existencia del “ser en el mundo” histórico es incluido en cada caso ya en la historia del mundo lo “a la mano” y sus “destinos”; monumentos e instituciones tienen su historia. Pero también su naturaleza es histórica. Sin duda no justamente en el sentido en que hablamos de “historia natural”; pero sí como paisaje, lugar de residencia, coto de caza, campo de batalla, sede de culto. (Heidegger, 2010, p. 419)

La lectura filosófica de la existencia y permanencia podrá dar herramientas para investigar lo que señala el criterio (iii) de la declaratoria patrimonial que menciona:

La red vial fue el apoyo vital al Imperio inca integrado en el paisaje andino. Como testimonio del Imperio inca, ilustra miles de años de evolución cultural y fue un símbolo omnipresente de la fortaleza y extensión del Imperio en los Andes. Este testimonio influye en las comunidades a lo largo del Qhapaq Ñan hasta hoy, en particular en relación con el tejido social de las comunidades locales y las filosofías culturales que dan sentido a las relaciones entre las personas y entre las personas y la tierra. (Centro del Patrimonio Mundial, 2014, s/p)

Esto facilitará la preservación, valorización y uso social de la historia y la memoria histórica del territorio y sus habitantes, reconociendo la importancia del trabajo interdisciplinario. En este sentido, es crucial evitar la competencia entre disciplinas y en su lugar fomentar la complementariedad, recordando que todas las ciencias humanas, incluida la historia, se influyen mutuamente y comparten un lenguaje común (Braudel, 1992, p. 75).

En la actualidad, es fundamental no solo considerar la conservación física del patrimonio en mal estado, sino también priorizar la necesidad de que la comunidad adquiera conocimiento sobre su patrimonio, reconozca su valor y lo aprecie estéticamente. Además, debe ser capaz de transmitir su importancia y tener la orientación ontológica para concebirlo como un bien común (Sánchez, 2022, p. 263).

La historia no debe quedar en un discurso para exaltar o crear identidad. La historia tiene que ser una herramienta orientadora y planificadora capaz de dialogar con las comunidades portadoras o cercanas al patrimonio. No puede reducir su enfoque aun perímetro físico de protección patrimonial. La historia debe incluso historiar el impacto positivo o negativo de la patrimonialización. ¿Cómo culpar a una comunidad de la destrucción del camino, cuando poco ha cambiado en la realidad de los portadores después de la declaratoria patrimonial? A más de un rótulo, técnicos visitando dos veces al año y unos cuantos turistas que solo visitan la estructura, pero que no interactúan ni suman a las poblaciones vecinas, quizás haya otras prioridades o problemáticas que sean de mayor urgencia

e interés de la población local, que resguardar una infraestructura que ha caído en el desuso y utilidad frente a los requerimientos del presente.

Proceso de investigación histórica documental

Basado en la experiencia que se ha tenido al proponer una investigación con fuentes documentales y defendiendo una adecuada labor del historiador, que muchas veces se ha planteado en los proyectos con un mínimo de tiempo. Para el caso de la demanda del INPC se dio un mes de recopilación de fuentes y elaboración del informe orientado a cumplir un requerimiento legal, mientras que para el caso del Qhapaq Ñan del sur de Quito, se logró apelar a que se consideren tres meses, en medio de una consultoría que fue planteada desde la necesidad de un trabajo de ingeniería civil. Por ende, el trabajo que se esperaba era la de una historia anecdótica, que sirva de introducción en los documentos y que fácilmente puedan ser identificados, como para cumplir con un antecedente. Contrario a la real utilidad de la historia que busca establecer preguntas de investigación, definir contextos y buscar fuentes para luego pasar a su procesamiento.

Marc Bloch, consideraba que el primer deber del historiador es citar las fuentes, luego reunir los documentos y testimonios para pasar a criticarlos y confrontarlos (Ríos, 2008). Este proceso requiere de mayor tiempo y metodología de lo que suele planificarse y valorarse al momento de las contrataciones o planificar proyectos. Además, según Peter Burke (2005) los vestigios, término que considera más adecuado al de fuentes, serían los manuscritos, libros impresos, edificios, mobiliario, paisaje y diversos tipos de imágenes: pinturas, estatuas, grabados o fotografías. Lo que implica investigar con mayor tiempo y recursos una diversidad de información tanto documental como de la cultura material.

Para el manejo del procesamiento de fuentes documentales relacionadas al Qhapaq Ñan, se ha determinado los siguientes pasos:

1. Identificación en fuentes secundarias, bibliográficas, sobre características generales del Qhapac Ñan y del territorio

Se ha realizado una búsqueda de publicaciones que han abordado investigaciones tanto específicas como en trabajos generales sobre el medio, la geografía, población, el tema del camino, considerando los múltiples enfoques de las ciencias humanas, sociales y auxiliares; así como las relacionadas al patrimonio cultural. También se han revisado informes arqueológicos entregados al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, así como los informes anuales de monitoreo o conservación del camino elaborado por los funcionarios. Además, se contempla las tesis tanto de pregrado como de posgrado que hayan abordado el tema.

2. Identificación de toponimia referencial de la zona de estudio

Esta actividad se realiza durante todas las fases de recopilación de información. Sin embargo, es imprescindible comenzar a identificar los topónimos desde una revisión de cartografía del Instituto Geográfico Militar y del Geoportal Ecuador, además de elaborar una lista detallada de los topónimos encontrados en la primera identificación de fuentes secundarias.

3. Visita de reconocimiento del sitio o tramo a estudiar

Se realiza una exploración de campo en el lugar geográfico que se va a estudiar para conocer sus características y tener una percepción humanizada del paisaje (por ejemplo, conocer sus pendientes, sus recursos hídricos, zonas agrícolas actuales y antiguas) esto permite una mejor lectura de las fuentes documentales. Considero indispensable que el historiador haga trabajo de campo en tanto este le generará nuevas preguntas hacia las fuentes y le permitirá perfeccionar sus hipótesis, aterrizar teorías y marcos conceptuales con pertinencia y de acuerdo con el contexto determinado. En síntesis, esta actividad aportará a un aprendizaje empírico y al proceso racional de las ideas, con una base experimental del entorno que se estudia.

4. Análisis histórico del territorio geográfico de estudio.

Se tendrán en cuenta estudios geográficos, biológicos, arqueológicos, sociológicos y demás interdisciplinarios, conocer la modificación física, social, política, económica del paisaje.

5. Identificación de repositorios documentales, archivos físicos y digitales.

Se revisará la lista del Sistema Nacional de Archivos y la plataforma del Sistema de Información del Patrimonio Cultural del Ecuador (SIPCE) para identificar los repositorios que deberán revisarse. Además de indagar la posibilidad de colecciones privadas donde puedan tener información. A partir de ello, se creará una matriz para proceder a plasmar la revisión de catálogos y fondos documentales que podrían aportar al estudio. De igual manera, se realizará una búsqueda en los repositorios digitales extranjeros que poseen documentación histórica del Ecuador.

6. Búsqueda de fuentes documentales coloniales en los archivos históricos municipales, parroquiales, regionales o nacionales.

Para los estudios de larga duración es importante detectar el tipo de información que ha generado del territorio y cómo se la ha producido y catalogado de acuerdo con los marcos político-geográficos a lo largo del tiempo. Por ejemplo, para los tramos de la actual provincia de Chimborazo, en el caso colonial, tendremos que buscar información correspondiente a la Tenencia de Alausí, Corregimiento de Riobamba, la Gobernación del Azuay, el Virreinato del Perú y el de Nueva Granada, dependiendo la temporalidad histórica. Es importante tomar en cuenta que hay documentación aproximadamente desde 1530 en adelante que conciernen al territorio que actualmente ocupa el Estado ecuatoriano. Esta se encuentra en archivos en Ecuador y en el extranjero. En el Archivo de Indias, muchos de los bienes documentales no se encuentran digitalizados, mientras que, en el caso de archivos de Ecuador, la mayoría de los bienes documentales no están organizados, no cuentan con catálogos y pueden tener una mala conservación. Por tanto, hay que tomar en cuenta ese factor

al momento de la planificación de la investigación. De igual forma, los accesos o restricciones a los archivos pueden generar limitantes. En esta etapa de investigación será importante revisar la información en todo tipo de fondos documentales, debido a que en el pasado no contábamos con una normativa o estándares de clasificación y catalogación documental como hoy lo tiene la archivística en el Ecuador. Por tanto, muchos fondos documentales pueden tener documentos relacionados al QÑ y a caminos ancestrales de forma transversal.

7. Uso de conocimiento paleográfico para identificación de fuentes coloniales y republicanas

Para el proceso de identificación de documentos, la lectura de su contenido e interpretación primaria de datos es importante el conocimiento de paleografía porque permite la lectura de documentos de distintas épocas, la identificación de sus abreviaturas, los rasgos gráficos básicos y complejos. Además, habrá que tomar en cuenta a la Diplomática como herramienta para identificar la estructura, función, procedencia y características de los bienes documentales. De manera que estos dos saberes nos permitirán la transcripción y comprensión de estas fuentes primarias.

8. Toma de fotografías, descarga, orden y codificación

Antiguamente los investigadores, trabajaban en los archivos durante horas, meses, días o años, para poder transcribir o dar lectura a las fuentes documentales. Actualmente los investigadores hemos ido mejorando nuestra recopilación de información, con cámaras digitales, escáneres portátiles o teléfonos. Sin embargo, es importante tomar en cuenta la luz, la posición de la toma, el detalle de lo que logra captar de acuerdo con la nitidez y resolución del dispositivo. De preferencia las tomas deben ser en vertical y manteniendo la integridad del documento. Luego habrá que pasar a un proceso de descarga, orden por carpetas digitales debidamente referenciadas y cada foto codificada. Una sugerencia puede ser mantener el número de folio que tenga cada hoja del documento.

9. Lectura, contraste de información y análisis para incorporación en informe

Una vez obtenidas las fuentes documentales, el trabajo de lectura y/o transcripción debe ir de la mano de una metodología establecida para sistematizar la información que se va hallando y con herramientas como cuadros, tablas, fichas, etc. Además, será importante tener libros de cabecera tanto de generalidades como diccionarios, o del objeto o zona de estudio. Para luego pasar al contraste con diversas fuentes, en el caso del Qhapaq Ñan, se puede iniciar con las Crónicas de Indias que para el caso ecuatoriano nos dan información aproximadamente desde 1525. Se debe complementar con el uso de mapas, publicaciones, fotos o restos de la cultura material. Durante este procedimiento será fundamental iniciar el análisis y crítica de fuentes para la incorporación al informe.

10. Permanente diálogo interdisciplinar especialmente con el componente arqueológico y antropológico.

De acuerdo con la experiencia obtenida, el diálogo base para un historiador que quiere enfocarse en la investigación del Camino del Inca, tiene que partir de un intercambio con los arqueólogos y antropólogos que estén trabajando en el proyecto de investigación o hayan investigado sobre el territorio o este itinerario cultural.

Los primeros serán los encargados de identificar características de la materialidad y restos de la cultura material que está en y alrededor del camino, mientras que los segundos dialogarán con los saberes ancestrales, las prácticas culturales, la ocupación o desocupación de los habitantes cercanos. Junto a los historiadores, habrán realizado una importante recopilación de memoria y de fuentes orales. Creo que entre las tres disciplinas podemos establecer hilos conductores y nutrir perspectivas o planteamientos de investigación. Quizás así se puede lograr una base para una mejor complementación de la historia. Fernand Braudel menciona que:

La totalidad de la historia puede, en todo caso, ser replanteada como a partir de una infraestructura en relación con estas capas de historia lenta. Todos los niveles, todos los miles de niveles, todos los miles de fragmen-

taciones del tiempo de la historia, se comprenden a partir de esta profundidad, de esta semi-inmovilidad; todo gravita en torno a ella. (1979, p. 74)

Lo citado recalca la importante contribución de otras ciencias o disciplinas del conocimiento; mejor será el resultado desde el diálogo interdisciplinar, esta “historia lenta” es compleja es interdisciplinar. La economía descubre a la sociología, que la cerca; y la historia —quizá la menos estructurada de las ciencias del hombre— acepta todas las lecciones que le ofrece su múltiple vecindad y se esfuerza por repercutirlas (Braudel, 1979, p. 61). Además, no solo deberían intervenir las ciencias sociales, sino la biología, la física, los sistemas matemáticos, la informática, etc. Tanto para la investigación desde sus áreas, como para el procesamiento de datos que se generan desde las humanidades, en este preciso caso, sobre un patrimonio cultural vivo.

11. Organización de la información obtenida y escritura

Este proceso variará dependiendo el producto que se requiera, sea un informe jurídico, de consultoría, una investigación científica con fines académicos y de divulgación u otros. Siempre será importante tomar en cuenta las formas de escritura de la historia, propuestas por diversos autores, manteniendo una rigurosidad para citar la proveniencia de la información, no sacarla de contexto o hacer un uso anacrónico de ellas. Definir adecuadamente el punto de partida, los alcances y horizontes planteados, sea por la temporalidad o el enfoque teórico- metodológico que encamine el estudio. Se recomienda una escritura pausada y reflexiva, para revisar el buen uso de las fuentes documentales, que serán material valioso para el tejido de la historia. La realidad no reposa en las fuentes mismas sino en la asociación entre las fuentes y una teoría, un modelo o una hipótesis explicativa; se exige una coherencia analítica no una coherencia narrativa (Colmenares, 1997).

Aproximación a un caso de estudio

El siguiente caso de estudio parte de la labor de investigación de patrimonio cultural, que tiene el objetivo de identificar información sobre los

tramos del Qhapaq Ñan en las fuentes documentales, comprender su uso a lo largo del tiempo y aportar a la gestión de los segmentos ya registrados del Camino del Inca que atraviesan la provincia, conjuntamente con sus ramales. Este caso de estudio se derivó de la solicitud de la Fiscalía General del Estado mediante Oficio No. FPH-FEDOTI1-1516-2022-000016-O del 10 de marzo de 2022: Solicitud de Información a Instituciones; en el que solicita realizar un Estudio Histórico del Qhapaq Ñan Shuid - Bajo perteneciente a la parroquia Guasuntos, cantón Alausí, tras la denuncia puesta a la comunidad de Shuid Bajo por la parcial destrucción de un tramo del QÑ. En un mapa elaborado por la geógrafa Carolina Guevara se pudo observar la afectación que hubo entre el tramo que va de la comunidad de Shuid a La Moya, exactamente entre Villalónhuayco hasta Puertapungo con una longitud de camino afectado de 491 metros.

En este escrito se detallará brevemente cómo se pudo levantar información para atender este pedido en el corto plazo de un mes, una labor que como historiadora de una institución pública que investiga y realiza control técnico, se tuvo que cumplir en condiciones muy distintas a aquellas que se tienen en la academia. Sin embargo, la experiencia motiva a proponer el siguiente proceso de investigación.

Se inicia identificando las fuentes secundarias, entre las que encontramos el trabajo de titulación: “Memoria e identidad étnica en la Comunidad de Shuid” elaborado por Abraham Azogue Guaraca, cuando cursó su maestría en Ciencias Sociales con mención en Asuntos Indígenas, en la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede Ecuador, 1999-2001. Azogue además es miembro de la comunidad, trabaja activamente por la protección del patrimonio, recuperación de la memoria y será un informante clave. También servirán fuentes tempranas generales como crónicas o trabajos como los aportes de Mario Cicala, en su Descripción histórico-topográfica de la provincia de Quito de la Compañía de Jesús de 1771, así como Relaciones histórico-geográficas de la Audiencia de Quito compiladas por Pilar Ponce Leiva, y la obra de Manuel Villavicencio de 1858. Geografía de la República del Ecuador, por la calidad descriptiva

del territorio circundante. Finalmente, otra publicación titulada “Historia Aborigen de la Hoya del río Chanchán o Alausí” de Gustavo Reinoso en el 2005 dará información sobre el camino de la zona.

Para abordar un tramo tan específico como el camino de Shuid fue importante situarse con apoyo cartográfico del área de geomática del INPC y conocer el territorio desde el presente. Según la página del GAD Parroquial de Guasuntos, se trata de una parroquia rural del cantón Alausí, posee una extensión total de 4591,14 hectáreas. Limita al norte con la parroquia de Tixán, al Sur con la parroquia de Pumallacta, al Oeste con la comunidad de Nizag y al Este con la parroquia de Achupallas. Cuenta con cuatro comunidades: Cherlo, Tolatus, La Moya y Shuid. (GAD Parroquial de Guasuntos, 2022).

Por otra parte, en marzo del 2022, se realizó una visita de campo para evidenciar el entorno y tener una perspectiva, del territorio que deberá hallarse descrito en la documentación histórica.

Fotografía 1

Guasuntos centro parroquial



Nota. Se puede observar el río del mismo nombre y a las terrazas agrícolas de La Moya y al camino que va a Shuid y posteriormente a Achupallas. Fotografía personal, febrero de 2022.

Se identificaron los siguientes topónimos referenciales tanto en fuentes secundarias como en cartografía antigua:

Shuid /Chuit (1700)
Guasuntos
Alausí
Pumallacta /Pumayacta
La Moya
Achupallas
Cerro Janaca
Barabug
Shuy
Huatocalle
Ugcushuy
Loma Abog
Cumbillag
Socta Urcu
Quebrada Sausupud
Rio Guasuntos
Rio Cuadril o Cadril
Puertapungo
Villalonhuayco
Castillo del Inga
Lasuay /Páramo del Azuay

Hay que tener el cuidado, no confundir Shuid con Shumid puesto que hay documentación que hace referencia a los dos lugares interconectados. También hay que tomar en cuenta que en otras épocas los topónimos pueden tener diferente escritura o incluso nombre.

El territorio actual de Shuid Bajo perteneció a la zona cañari de Lausí, que según Villavicencio (1858) era un estado que confinaba a los Cañaris con sus siguientes parcialidades: Achupallas, Chanchanis, Chunchis, Sibambis, Tungas, Guasuntos, Piñancais, Pumallactas y Lausis. Para la etapa colonial se creó la tenencia de Alausí que limitaba al norte con

el Corregimiento de Riobamba, por el sur con Cuenca, oeste Guayaquil y este Macas. Constaba de cuatro parroquias Sibambe, Chunchi, Tixán y Guasuntos, siendo esta última la zona del actual estudio que en la colonia temprana tuvo los añejos de Pumallacta y Achupallas, menciona Villavicencio que: se conservan las mejores memorias del fausto de los incas.

Es importante precisar que para un análisis histórico se tiene que visualizar al territorio macro, debido a que la división territorial más fragmentada y particular es más actual. Por lo tanto, al momento de acercarse a las fuentes documentales se ha hecho un seguimiento del Corregimiento de Riobamba, la Tenencia y su parroquia de Guasuntos. A continuación, se compartirán algunas de las fuentes identificadas en una presentación cronológica. Este orden, no tiene que ver con su orden de hallazgo o su importancia.

Se hizo un breve seguimiento desde los fondos más antiguos que hay en el Archivo Histórico Nacional y se pudo encontrar documentación del siglo XVII en el Fondo de la Presidencia de Quito que hace referencia a los caciques de las poblaciones de la zona de estudio. Se encuentra poca información que caracterice a la sociedad de ese entonces, pero se puede tener nombres propios que servirán para continuar búsquedas a través de la onomástica.

Sin duda, uno de los documentos más especiales y que se incorporarán al estudio de este tramo, fue hallado gracias a un colega que estaba investigando sobre otro patrimonio, la Marcha Caballo de Sibambe, él sugirió que revise la información que posee el Archivo General de la Nación de Colombia, y pude dar con dos mapas de 1700 manuscritos en los que señalan las divisiones políticas, los centros de población y las vías de comunicación. Grafican con mucho detalle al Corregimiento de Guaranda, el Gobierno de Macas, el Corregimiento de Riobamba, y parte de la Tenencia de Alausí del Gobierno de Cuenca, siendo estas dos últimas divisiones político-geográficas de la esta etapa colonial, donde estará el área necesaria para el estudio histórico de lo que circunda a Shuid.

paredones del Inga y es precisamente en esa zona, que en uno de los mapas que hay en Colombia también se señala un lugar llamado “Castillo del Inga”. Lo cual hace referencia a las ruinas incas de la zona de Pomallacta. Este tipo de fuentes nos ayuda a caracterizar la zona en el siglo XVIII y a ser testigos de lo que queda en la memoria de los habitantes y del conocimiento de la administración colonial.

La obra de Segundo Moreno (1987) sobre los Alzamientos Indígenas en la Audiencia de Quito 1534-1803 rememora que, en 1730, hubo una defensa de la propiedad comunal indígena en Pomallacta. Esteban Joseph Rodríguez, vecino de Alausí, decía que se encontraban libres unas tierras que compró a la administración colonial, por lo que el teniente de Alausí Juan García de Bustamante ordenó prisión y retención de bienes de los opositores, razón por la cual los pobladores indígenas de Asuay, Sumyd, Sui y Totorá (sic) formaron un tumulto y obligaron al Teniente de Alausí y 20 acompañantes a retirarse hacia el río Guasuntos, defendiendo así las tierras comunales.

Para 1787, se encuentra un “Testimonio de los autos sobre la composición de tierras de Gonzol y Yuyauti, reducidas al pueblo de Chunchi”, que hizo el juez privativo de tierras en 1712 y en otras fechas del siglo XVIII, que dio como resultado los límites y linderos al común de indios y otros vecinos. En 1818, los indios de Chunchi y sus anejos presentan estas providencias por la propiedad de las tierras, ya que muchos vecinos tratan de apropiarse. Documento del Archivo Histórico Nacional del Ecuador, Serie Indígenas, Caja 120, exp. 12; en este podemos encontrar información de contexto sobre el uso y apropiación del territorio.

También en el AHN de Quito se ha podido hallar unas cartas del teniente de Alausí Baltazar Pontón de 1799 donde se menciona lo siguiente:

Desde el Río de Pomachaca que divide las jurisdicciones de la Provincia de Riobamba y de esta viene el Camino General, distante dicho Río del Pueblo de Tixan dos leguas, de donde sigue a este sitio con distancia de tres leguas, con dos al Pueblo de Guasuntos, y con veinte y cuatro desde allí a Cuenca. En el se encuentra, cuevas encumbradas, cienegas,

pantanos el paramo nombrado Lasguay, y varias laderas peligrosas. La de Cablu que media entre Guasuntos y el Paramo tiene, una legua de longitud con muchos y profundos camellones. Puede bajarse a terreno mas firme y rematarse en las inmediaciones del Páramo. (AHN. Serie Gobierno, Caja 55, Exp 12 de 15 de septiembre de 1799)

Más adelante describirá que en los meses de junio, julio y agosto “aprietan las nevadas” lo que fuerza a tomar la cumbre del cerro porque no hay más caminos. También se habla de otro camino que va de Sibambe por la costa, para luego precisar que ambos caminos se deben componer y administrar permanentemente por lo que “hay que empedrar los parajes cenegosos y de resbalos que se encuentran, por lo que para estas obras pueden mandarse a que los indios y mestizos de esa provincia concurren con su trabajo personal y los españoles con los granos para mantenerlos, y con las herramientas necesarias para el trabajo (AHN. Serie Gobierno, Caja 55, Exp 12 de 15 de septiembre de 1799).

Para el siglo XIX tendremos un documento de 1808-1809 de los Autos seguidos en consecuencia de la Real Orden de 11 de enero de 1791 sobre la reducción de sueldos de los administradores de tributos de este Reyno (...) Reducción de sueldos de las antiguas asignaciones, puesta por los corregidores de Riobamba, Latacunga, Guaranda y Teniente de Alausí; este documento pertenece a los fondos del Archivo General de la Nación de Colombia y nos dará valiosa información etnohistórica. En el Archivo Histórico Nacional del Ecuador podremos encontrar documentación producida por el Ministerio del Interior, donde aparece un documento de 1864 en el que se menciona que los grupos de urbinistas huyeron por Guasuntos por la habilidad que tenían de conocer el terreno y sus caminos antiguos, es decir estamos en tiempos republicanos durante el mandato de Gabriel García Moreno, en que el expresidente José María Urbina, desde el exilio quiso desestabilizar al gobierno conservador, movilizándolo a sus seguidores liberales, el antiguo sistema vial andino, se hace presente en estas temporalidades.

En el GAD Parroquial de Guasuntos se puede encontrar documentación desde 1921, donde se atienden problemas de tierras como los linderos, ventas y disputas por el territorio, esta información es la que más cerca permanece en la zona y habla de ella. Será valiosa para poder entender las problemáticas de los habitantes. Además, hay topónimos y apellidos que pueden ser estudiados con mayor detalle.

Para analizar la dinámica de finales de siglo XX, se podrá trabajar con los documentos hallados en el Archivo Histórico Nacional, Seccional Alausí, en el fondo de la Jefatura Política de Alausí, en oficios recibidos y contestados de la década de 1990, En 1992 hay una solicitud al señor Iván Alvarado Molina, director del Programa y Evaluación Técnica del Ministerio de Obras Públicas para estudios de caminos vecinales a las comunidades de Tolatus, Cherlo, Guailla y Shuid. Mientras en 1997 hay el testimonio de “daños totales de los caminos” debido al Fenómeno del Niño, mencionando que se necesita maquinaria para ayuda en la limpieza de la carretera que conduce a la población de Achupallas desde el partidero de Shuid. Sin duda son fuentes documentales que demuestran la gestión de las comunidades por un nuevo camino que conecta Guasuntos con Achupallas, para seguir manteniendo la ruta de intercambio que se ha dado desde siglos atrás.

Con esta información se pudo evidenciar que el camino de Shuid tiene las condiciones para reconocerlo como parte del Sistema Vial Andino y como bien patrimonial, según menciona la Ley Orgánica de Cultura del 2016 en su artículo 54 literal b:

Los bienes inmuebles o sitios arqueológicos de la época prehispánica y colonial, sea que se encuentren completos o incompletos, a la vista, sepultados o sumergidos, consistentes en yacimientos, monumentos, fortificaciones, edificaciones, cementerios y otros, así como el suelo y subsuelo adyacente. Se deberá delimitar el entorno natural y cultural necesario para dotarlos de unidad paisajística para una adecuada gestión integral.

Como se pudo evidenciar, a través de este caso podemos destacar la parte inicial de la labor del historiador para el estudio del QÑ y que

dependerá de su uso pedagógico, estratégico y administrativo para mejorar la conservación del bien. Queda mucha información que sistematizar, comparar y profundizar, para no solo visualizar al camino, sino entender su uso, su interacción con el espacio, el cuidado de su materialidad y de su simbolismo a lo largo de los años. De igual manera podemos conocer sobre los grupos culturales que lo usaron en la larga duración que mantiene su base e importancia, de manera que entendemos al Qhapaq Ñan como un lugar persistente, que se ha podido utilizar en la etapa inca, de conquista, las etapas coloniales, republicanas y que seguramente tienen un impacto en la historia reciente. Es importante volver aquí al marco teórico como lo estás haciendo. Sin embargo, debes revisar aquí muy bien la redacción, para que la conclusión quede clara. Luego de presentar este caso, quedan abiertas varias preguntas orientadas a ¿Qué ha permitido la conservación, abandono o destrucción de este patrimonio? ¿Qué ha sucedido con las comunidades vecinas para que activen o abandonen este patrimonio? ¿Cuáles han sido las fortalezas y deficiencias de las autoridades locales, regionales o nacionales frente a la conservación e investigación del Qhapaq Ñan?

Para finalizar este aporte cerraremos con una frase de Fernand Braudel, que resume a la perfección el enfoque de esta propuesta. Para mí, la historia es la suma de todas las historias posibles: una colección de oficios y de puntos de vista, de ayer, de hoy y de mañana. (p.75)

Conclusiones y recomendaciones

Estudiar los procesos y estructuras de la historicidad del Qhapaq Ñan nos permitirá tener una comprensión cabal y profunda de este patrimonio mundial y de su particularidad en el territorio ecuatoriano. Siguiendo el ejemplo de Braudel en su obra del Mediterráneo, se recomienda elaborar estudios de larga, mediana y corta duración; por ejemplo, en la corta duración se dará paso a la precisión de acontecimientos y personajes en determinadas temporalidades. Mientras que con la larga y corta

encontraremos patrones de asentamiento, desarrollo humano y herencias materiales e inmateriales que perviven a través del tiempo.

El concepto de lugares persistentes se alinea con la salvaguarda y conservación del patrimonio cultural, en este caso con el Qhapaq Ñan, Este enfoque comprende la importancia de la preservación, que también apoya a la conexión con el pasado. Sin negar los cambios naturales necesarios para la adaptación y evolución, se logra una supervivencia a largo plazo. Además, proporciona una visión del camino incaico como un patrimonio vivo, fomentando la continua interacción y cuestionando su convivencia y adaptación a las necesidades actuales de las comunidades que lo custodian.

Se ha podido demostrar la valiosa contribución de las fuentes documentales para la construcción de una historia en permanente movimiento. Es importante precisar que es una de las partes de la labor del historiador, no la única, dentro de las acciones de conservación e investigación de este bien. Por ello, hay que estar presentes en la Secretaría del Qhapaq Ñan, en las planificaciones de los GAD, en la elaboración de los PDyOT, encabezando consultorías y acciones de difusión, divulgación y pedagogía. Tomando en cuenta que el estudio de un bien patrimonial es el estudio de un bien histórico y de la gente que lo rodea, consume o interactúa con él.

Será importante continuar con el planteamiento de una línea base para los estudios históricos del QÑ del segmento Ecuador, que permita atender particularidades y similitudes a lo largo del territorio de la nación actual. Además, no apartar de los estudios a otros caminos ancestrales, culuncos, que pudieron ser parte del mismo Sistema Vial o no pero que darán aportes de otros grupos o fases culturales.

Se recomienda definir conceptualmente el término con el que mejor se puede abordar estos estudios: Qhapaq Ñan, Sistema Vial Andino, Camino del Inca.

Durante la producción de este escrito, se ha cumplido el décimo aniversario de la declaratoria. Se recomienda realizar un balance de las

acciones que han contribuido al bienestar de las comunidades portadoras de este patrimonio cultural en diversos ámbitos, así como identificar las carencias o restricciones a las que se han enfrentado. Será importante entender y analizar los procesos de olvido y abandono del patrimonio para establecer estrategias de conservación mediante propuestas de historia pública y no solo conservación de la materialidad del bien. Es imperante trabajar con los patrimonios desde una perspectiva social, que sea funcional y concreta, entender el camino desde la vida.

Referencias bibliográficas

- Acuerdo Ministerial No. 4308. (2001, 10 de octubre). Ministerio de Educación, Cultura y Deportes del Ecuador. Declaratoria de Patrimonio Cultural de la Nación al Qhapaq Ñan.
- Archivo General de la Nación de Colombia (1791, enero 11). *Autos seguidos en consecuencia de la Real Orden, mapa del Corregimiento de Riobamba*.
- Athayde, M. (2014). Historicidad. *Laboreal*, 10(1). <https://doi.org/10.4000/laboreal.5481>
- Azogue Guaraca, A. (2001). *Memoria e identidad étnica en la Comunidad de Shuid*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede Ecuador.
- Braudel, F. (1979). La larga duración. En *La historia y las ciencias sociales*. Alianza.
- Burke, P. (2005). *Lo visto y no visto: El uso de la imagen como documento histórico*. Crítica.
- Cabancallo y León, M. (1704). *Cacique de Pomallacta Don Mauricio Cabancallo y León de tierras que tiene en los páramos de Lazúay*. Archivo Histórico Nacional, Serie de Tierras, Caja 29, Exp 2.
- Colmenares, G. (1997). *Ensayos sobre historiografía*. Tercer Mundo Editores, Universidad del Valle/Banco de la República/Colciencias.
- Centro de Patrimonio Mundial. (s.f.). Qhapaq Ñan - Sistema vial andino. World Heritage Convention. <https://whc.unesco.org/es/list/1459>
- Centro del Patrimonio Mundial. (2014). Documento del Comité del Patrimonio Mundial con la sustentación de los criterios con los que se otorgó el Valor Universal Excepcional de Qhapaq Ñan y su inscripción en la Lista del Patrimonio Mundial.
- Decreto Ejecutivo del 21 de diciembre de 2007. Declaratoria de Estado de Emergencia en el sector de Patrimonio Cultural. Registro Oficial No. 816.

- Fagundes, M. y Mucida, D. (2010). Estudio teórico sobre o uso conceito de paisagem em pesquisas arqueológicas. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 8(1), 205-220. <https://bit.ly/46OGptB>
- Figueroa, M. y Mengoni, G. (2010). Lugares persistentes y vacíos ocupacionales en sociedades cazadoras-recolectoras de la Patagonia Centro-Meridional. *Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena-Valdivia 2006*. Universidad Austral de Chile.
- Fuentes Crispín, N. V. (2007). El lugar de producción de la Historia: el sujeto histórico Michel de Certeau. *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura*, 34, 475-497. Universidad Nacional de Colombia.
- Guerra Manzo, E. (2005). Norbert Elias y Fernando Braudel: dos miradas sobre el tiempo. *Argumentos*, 48-49, 123-148. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. <https://bit.ly/3AxKd6n>
- Heidegger, M. (2010). *El ser y el tiempo*. Fondo de Cultura Económica.
- GAD Parroquial de Guasuntos. (2022). Características generales del territorio. GAD Parroquial de Guasuntos. <https://bit.ly/3SP8rzn>
- Gaspar, M. (2009). La toma de decisiones metodológicas en la investigación social: un devenir entre la subjetividad y la objetividad. *Revista de Investigación Educativa*, 9, julio- diciembre. <https://bit.ly/3yzVbb6>
- González, I. (2005). *Conservación de bienes culturales: Teoría, historia, principios y normas*. Editorial Cátedra.
- León B., J. M. (2018). Paisaje cultural y una nueva forma de entender el Patrimonio en Ecuador. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 14(2), 161-169. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-235X2018000200161>
- Moreno, S. (1987). *Alzamientos indígenas en la Audiencia de Quito: 1534-1803*. Ediciones Abya-Yala.
- Municipio de Guasuntos. (1990). *Solicitud al señor Iván Alvarado Molina, director del Programa y Evaluación Técnica del Ministerio de Obras Públicas para estudios de caminos vecinales a las comunidades de Tolatus, Cherlo, Guaila y Shuid*.
- Pontón, B. (1799, septiembre 15). *Cartas del teniente de Alausí Baltazar Pontón*. Archivo Histórico Nacional, Serie Gobierno, Caja 55, Exp 12.
- Ríos, M. (2018). Marc Bloch (1886-1944): La preocupación por el método histórico. *Históricas Digital*, 107-127. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas. <https://bit.ly/3X2Wqcm>
- Romano, R. (1997). *Braudel y nosotros: Reflexiones sobre la cultura histórica de nuestro tiempo*. Fondo de Cultura Económica.

- Sánchez, N., Sánchez, M., Rosas, C. y Ramírez, J. (2022). *Revista de Filosofía*, 39 (Edición Especial 2), 157-168. Universidad del Zulia.
- Schlanger, S. H. (1992). Recognizing persistent places in Anasazi settlement systems. En J. Rossignol y L. Wandsnider (eds.), *Space, time and archaeological landscapes* (pp. 91-112). Plenum Press.
- Oficio No. FPH-FEDOTI1-1516-2022-000016-O del 10 de marzo de 2022: Solitud de Información a Instituciones. Remitido por Mariela Quintanilla Díaz, agente fiscal, Fiscalía de Delincuencia Organizada, Transnacional e Internacional, hacia el Director Técnico Zonal No. 3 del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.

Archivos consultados

Archivo Histórico Nacional-Quito y Sede Alausí
 Archivo General de la Nación de Colombia
 Archivo General de Indias
 Archivo de la Casa de la Cultura, Núcleo Chimborazo.
 Archivo del Gad Parroquial de Guasuntos

Autores

Blas Garzón-Vera

Doctor (PhD) en Historia por la Universidad Pablo de Olavide-España. Postdoctor en Procesos Identitarios, Culturales y Socioeconómicos en la Historia Latinoamericana. Magister en Estudios de la Cultura. Máster en Historia de América Latina-mundos indígenas. Licenciado en Administración Cultural. Miembro de Número de la Academia Nacional de Historia de Ecuador. Ponente en Ecuador, Perú, Colombia, España, El Salvador y Chile. Autor de libros y artículos académicos. Docente Titular de la Universidad Politécnica Salesiana, donde ha desempeñado cargos en la docencia, investigación y gestión universitaria. Actualmente es Coordinador del Grupo de Investigación en Desarrollo Local-GIDLO y Director de la Maestría en Gestión Cultural.

Gabriela Torres Balarezo

Gestora de Patrimonio Cultural y servidora pública durante 9 años. Con título de tercer nivel de: Arquitecta, por la Universidad de Cuenca. Formación de Posgrado: Universidad de Cuenca, “Magister en Arquitectura de Paisaje”. Ha laborado como auxiliar de investigación en el Proyecto VLIR Ciudad Patrimonio Mundial hasta el año 2014. Trabaja desde el año 2014 en el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural hasta la actualidad, donde ha desempeñado varios cargos como Arquitecta Regional en las Unidades de Control Técnico y Unidad de Riesgos del Patrimonio Cultural, así como de Directora Técnica Zonal encargada. Docente de la Carrera de Arquitectura de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca.

Jorge Adrián Méndez Condo

Master (Mtr) en Asesoría Jurídica de Empresas de la Universidad Internacional de la Rioja -España, Abogado de los Tribunales de Justicia de la República, se ha desempeñado como Procurador Sindico y Asesor Jurídico de varias

instituciones públicas del Ecuador, ha participado y ha elaborado Ordenanzas Municipales, proyectos de Ley y resoluciones administrativas, así también ha intervenido como ponente en Congresos dentro del área del Derecho y la Educación, actualmente ejerce funciones como Especialista Jurídico de la Universidad Nacional de Educación.

Estefanía Avilés-Sacoto

Doctora (PhD) en Ciencias de la Ingeniería, Curriculum Ingeniería Ambiental por la Universidad de Estudios de Ferrara-Italia. Master en Gestión Ambiental y Planificación Territorial por la Universidad de Barcelona. Master en Políticas Ambientales y Territoriales para el Desarrollo por la Universidad de Estudios de Ferrara-Italia. Ingeniera Ambiental por la Universidad Politécnica Salesiana-Ecuador. Autora de libros y artículos académicos. Docente de la Universidad Politécnica Salesiana, donde ha desempeñado cargos en la docencia y la investigación.

Jhonny Rodríguez-Ponce

Máster en Sistemas de Información Geográfica por la Universidad de Salzburgo-Austria. Ingeniero Agrónomo con especialización en Desarrollo Rural por la Universidad Central del Ecuador. Actualmente es Coordinador de Proyectos de la compañía ecuatoriana AGP Geospatial Company (www.agpgeospatial.com). Cuenta con más de 14 años de experiencia en el desarrollo de proyectos relacionados a la generación de cartografía topográfica a cualquier escala con tecnologías GNSS, fotografía aérea, imágenes de satélite óptico y radar. Generación de cartografía temática en áreas de fertilidad de suelos y recomendación de fertilización, interpretación y análisis de deforestación, uso actual de las tierras, calidad del cultivo y sanidad vegetal a través de índices de vegetación.

Rafael Augusto Campoverde Durán

Docente investigador, con más de veinte años de experiencia docente, tanto en Ecuador como en España. Profesional apasionado del diseño y las nuevas tecnologías. Doctor en Patrimonio Arquitectónico, civil y urbanístico, especialidad Arqueología Virtual por la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona-España. Máster Universitario en Estudios Avanzados en Diseño-Barcelona,

MBDesign, especialidad Innovación y Tecnología por la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona-España. Profesor de módulos de maestrías de Diseño en varias Universidades del Ecuador, actualmente se desempeña como profesor en la carrera de Diseño Multimedia en la Universidad Politécnica Salesiana.

Juan-Carlos Cobos Torres

Profesor investigador de la Universidad Católica de Cuenca, en las Unidades Académicas de Posgrado y de Ingeniería, Industria y Construcción. Recibió su doctorado en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática en la Universidad Carlos III de Madrid con mención cum laudem y recibió su título de maestría en Robótica y Automatización en la misma Universidad, con mención de máximas calificaciones. Sus estudios de grado los realizó en la Universidad Católica de Cuenca donde recibió el título de Tecnólogo en Electrónica de Potencia e Ingeniero Eléctrico. Actualmente es Coordinador de Investigación de Posgrado y del Laboratorio de Robótica, Automatización, Sistemas Inteligentes y Embebidos (RobLab).

María Del Cisne Aguirre Ullauri

Arquitecta por la Universidad de Cuenca, Master Universitario en Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico y Doctora en Patrimonio Arquitectónico, mención con honores o cum laude y doctorado internacional, por la Universidad Politécnica de Madrid. Ha cursado los Diplomados en Pensamiento Crítico y Diplomado en Indexación de revistas científicas. Docente investigadora titular desde el año 2015 y jefa de Investigación desde 2022 hasta la actualidad en la Universidad Católica de Cuenca. Autora, coautora y colaboradora de investigaciones y artículos científicos sobre conservación y gestión del patrimonio arquitectónico. Forma parte de los grupos de investigación Ciudad, Ambiente y Tecnología y Ciencia & Diversidad. Ha sido la promotora y primera representante de la Universidad Católica de Cuenca a la Red Ecuatoriana de Mujeres Científicas –REMCI-. También forma parte de la Organization for Women in Science for the Developing World, ICOMOS Internacional e Icomos Ecuador; es miembro de la Red Universitaria de Estudios Urbanos de Ecuador –CIVITIC- y de la Red del Patrimonio Histórico y Cultural Iberoamericano.

Darío Humberto Cobos Torres

Profesor de la Universidad de las Américas, en la Facultad de Arquitectura y Diseño, Recibió su Maestría en Centralidades Urbanas e Historias de la Facultad Latino Americana de Ciencias Sociales (FLACSO). Sus estudios de grado los realizó en la Universidad Católica de Cuenca, donde se tituló de Arquitecto. Actualmente en el ámbito privado también ha realizado trabajos de conservación en el centro histórico de Quito y la propuesta para el Plan de Conservación y Gestión del centro histórico de Ibarra.

Michelle López Suscal

Arquitecta por la Universidad Católica de Cuenca (2022). Durante los últimos años de preparación profesional me he vinculado a proyectos investigativos sobre innovaciones constructivas y patrimonio arquitectónico. He participado en eventos arquitectónicos destacados de diseño, urbanos-arquitectónicos y de investigación. He recibido premios de arquitectura, en diseño urbano-arquitectónico con el equipo coordinado por el Arquitecto Boris Albornoz en el “II Concurso de Ideas Corredor Metropolitano de Quito” (2020) y XVI BIACR 2022 en la categoría de investigación con el proyecto “Arquitectura Vernácula: Quingeo Centro (2022)”. Autora, coautora y colaboradora de investigaciones y artículos científicos en conservación y gestión del patrimonio arquitectónico.

Mónica Moreno Falcón

Dra. en Historia con especialidad en riesgos en Patrimonio Cultural, Sistemas de Información Geográfica y teledetección. Profesora del máster Diagnóstico del Estado de Conservación del Patrimonio Histórico en la Universidad Pablo de Olavide (España) e investigadora en el grupo PAI TEP- 199: Patrimonio, tecnología y medio ambiente. Tiene amplia experiencia en la conservación de archivos, museos y sitios arqueológicos. Ha participado en proyectos internacionales de investigación y puesta en valor como: “La Mezquita” en Cadalso de los Vidrios (Madrid, España), el Sitio Arqueológico de Aypate (Piura, Perú) y la Colección Patrimonial Wormald Cruz (Arica, Chile). También ha colaborado con museos y archivos como el Museo Provincial de Albacete (España), el Museo Municipal de Vicús (Perú) y el Archivo Vicente Dagnino (Chile); y con Universidades como la Universidad Autónoma de Madrid (España), la Universidad de Tarapacá (Chile) y la Universidad Nacional de Piura (Perú).

Rocío Ortiz Calderón

Profesora titular en UPO con dos sexenios y acreditada a titular. Dra. Arquitecta y directora del Máster on-line de Diagnóstico del estado de conservación del Patrimonio Histórico. Tiene amplia experiencia en el desarrollo de modelos de análisis de riesgos y vulnerabilidad en proyectos de cooperación regional, nacional e internacional sobre Patrimonio Cultural. Actualmente es directora de la línea de diagnóstico de patrimonio arquitectónico en el proyecto AMBU-LAB, una iniciativa que implementó una ambulancia-laboratorio para realizar diagnósticos in-situ, de gran utilidad en la evaluación de riesgos después de desastres y del laboratorio de diagnóstico Sanit-Arte. Ha colaborado en acuerdos internacionales con el Centro de Restauración, Conservación y Museos de La Habana (Cuba), con el Ente Nacional para la Energía y el Medioambiente de Italia (ENEA), o la Fundación Universitaria de Popayán (Colombia).

Pilar Ortiz Calderón

Catedrática en la Universidad Pablo de Olavide con tres sexenios. Dra. Química, y directora de los proyectos RIVUPH, PECUS, UPO-03, FENIX, FENIX-4. MURALLAS, RESILIENT-TOURISM y del grupo de investigación PAI TEP-199: Patrimonio Tecnología y medio ambiente. Especialista en conservación preventiva y diagnóstico del Patrimonio Histórico, con amplia experiencia en investigación y docencia. Su destacada producción científica comprende la publicación de más de 78 artículos en revistas indexadas en JCR y la participación en 25 proyectos, en 15 de ellos como investigadora principal. Entre sus logros más notables se incluye el liderazgo en iniciativas innovadoras, tales como el desarrollo de modelos integrales de gestión del riesgo, la elaboración de mapas de peligrosidad y vulnerabilidad en patrimonio, así como la aplicación de inteligencia artificial a la conservación preventiva.

Juan Pablo Vargas Díaz

Doctorando (c) en Arqueología por la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires-Argentina. Magister en Arqueología del Neotrópico. Maestro en Arqueología. Especialista Superior en Historia. Diplomado en Historia y Antropología de las religiones. Diplomado en Gestión del Patrimonio Cultural: Problemáticas y campos de acción. Licenciado en Administración y Gestión del Patrimonio. Miembro de la Casa de la Cultura Ecuatoriana “Benjamín

Carrión”, Núcleo del Azuay. Ponente en Ecuador, Estados Unidos, Colombia, México. Autor de capítulos de Libros y artículos académicos. Docente en la Escuela de Arqueología de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas (FCSH) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Integrante del Centro de Estudios Arqueológicos y Antropológicos (CEAA-ESPOL).

Andrea Soledad Miniguano Trujillo

Licenciada en Ciencias Históricas por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Máster en Artes Visuales y Educación, Universidad de Barcelona. Diplomado de Enseñanza de las Ciencias Sociales y de la Historia-FLACSO Argentina. Experiencia laboral: asistente de investigación histórica; experiencia en el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural en las áreas de PCI, Transferencia de Conocimiento e Investigación. Miembro del Seminario Permanente de Historia Política y del Laboratorio Interdisciplinar de estudios Humanos, Paisajes y Saberes Ancestrales. Docente en la carrera de Pedagogía de la Historia y las Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Chimborazo, miembro del grupo de investigación de Ciencias Históricas y Patrimonio y docente coordinadora del Semillero de Investigación Huellas del Tiempo.



La preocupación por salvaguardar el patrimonio cultural frente a efectos antrópicos como la urbanización acelerada, el cambio climático y otros riesgos ha impulsado la búsqueda de soluciones mediante el aprovechamiento de nuevas tecnologías.

El presente libro describe la integración de estas tecnologías en la gestión del patrimonio, ofreciendo soluciones adecuadas para el registro, la documentación, la conservación y la difusión de los bienes patrimoniales. El texto se compone de diversas investigaciones realizadas por académicos e instituciones públicas que han implementado estas tecnologías, teniendo en cuenta los marcos normativos vigentes y las especificaciones requeridas para el cuidado de cada bien patrimonial.

ISBN: 978-9978-10-964-9



9 789978 109649

